

02. 7. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月 2日
Date of Application:

出願番号 特願2003-190683
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-190683]

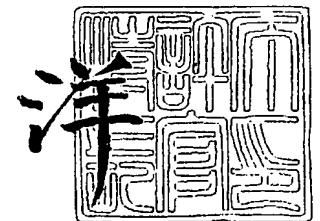
出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 2931050002

【提出日】 平成15年 7月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/32

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 村上 豊

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 小林 聖峰

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 松岡 昭彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105050

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信方法およびそれを用いた通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 データを異なる複数の変調方式で変調した無線信号を送信し、第 1 データをマッピングした複数の信号点配置のいずれかを用いて第 1 データと異なるデータを複数個それぞれ異なる変調方式で変調し、第 1 データ及び第 1 データ以外のデータで変調方式が同じデータを同じタイミングまたは同じキャリア周波数で異なる位置のアンテナからそれぞれ無線信号として送信する通信方法。

【請求項 2】 前記変調方式は、互い信号点配置が異なる請求項 1 に記載の通信方法。

【請求項 3】 データを送信するキャリアを直交周波数分割多重することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の通信方法。

【請求項 4】 一つのデータを異なる複数の信号点配置でマッピングして変調する第 1 変調手段と、前記第 1 変調手段の複数の信号点配置でそれぞれ異なるデータをマッピングして変調する第 2 変調手段と、前記第 1 変調手段において変調されたデータを無線信号に変換して送信する第 1 無線手段と、前記第 2 変調手段において変調されたデータをそれぞれ前記第 1 変調手段において信号点配置が同じマッピングされたデータと同じタイミングまたは同じキャリア周波数で異なる送信位置から送信する第 2 無線手段と、を具備する通信装置。

【請求項 5】 前記第 1 変調手段及び前記第 2 変調手段は、互い信号点配置が異なる請求項 4 に記載の通信装置。

【請求項 6】 前記第 1 無線手段及び前記第 2 無線手段は、データを送信するキャリアを直交周波数分割多重することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の通信装置。

【請求項 7】 第 1 データを異なる複数の変調方式で変調した第 1 無線信号と第 1 データをマッピングした複数の信号点配置のいずれかを用いて第 1 データと異なるデータを複数個それぞれ異なる変調方式で変調した第 2 無線信号とを受信してベースバンド周波数に変換する無線手段と、各無線信号に対応する複数の

変調方式で前記第 1 無線信号及び前記第 2 無線信号を復調する第 1 復調手段と、第 1 無線信号の復調により複数の変調方式の復調結果の品質を判定する判定手段と、復調結果の品質の良い変調方式で前記第 2 無線信号を復調した結果から復調結果の品質の悪い変調方式で前記第 2 無線信号を復調結果を縮退して予想し復調する第 2 復調手段と、を具備する通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、通信方法および通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の技術として、非特許文献 1 で示されているものがある。図 4 6 は、従来の通信方法におけるフレーム構成を示す図である。また、図 4 6 は、従来の通信システムの構成を示す図である。図 4 6 では、従来の複数のアンテナから複数の変調信号を送信し、受信装置で分離し、復調する無線通信システムのフレーム構成、および無線通信システムの構成の一例を示している。

【0003】

図 4 6 において、送信信号 A と送信信号 B は異なるアンテナから同時に送信されており、0 1、0 2、0 3、0 4 は符号化されたシンボル群であり、シンボル 0 1 は S 1 を、シンボル 0 2 は S 2 を、0 3 は $-S 2 *$ を、0 4 は $S 1 *$ を送信する。（* は複素共役を示す）

【0004】

また図 4 6 にいて、0 5、0 6 は送信アンテナ、0 7 は受信アンテナを示しており、送信アンテナ 0 5 から送信信号 A を送信し、送信アンテナ 0 6 から送信信号 B を送信する。そして、受信アンテナ 0 7 では、送信信号 A と送信信号 B が合成された信号を受信し、分離、復調する。

【0005】

【非特許文献 1】

Space-Time Block Codes from Orthogonal Design" IEEE Transactions on In

formation Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の通信方式では、異なるアンテナから異なる時間に同様の情報を2度送信しているため、受信品質が良くなるが、データの伝送効率が悪いという問題がある。

【0007】

一方で、すべての変調信号において、異なる時間に異なる情報を送信することで、データの伝送効率を向上させることもできるが、受信品質が悪いという問題がある。

【0008】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、受信品質およびデータ伝送速度の両方を向上する通信方法およびそれを用いた通信装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明では、データの伝送効率の向上と受信品質の向上の両立をはかる通信方法、および、無線通信装置を提案する。本発明では、複数のアンテナから、複数の変調信号を送信し、複数の送信する変調信号のうち、同一の情報を複数回送信する変調信号が存在し、受信装置では、複数回送信された情報を復調し、その結果をもとに残りの情報を復調することを特徴としている。これにより、従来の技術である、すべての変調信号において、異なる時間に同様の情報複数回送信するシステムと比較し、データの伝送速度が向上する。また、すべての変調信号において、異なる時間に異なる情報を伝送するシステムと比較し、伝送品質が向上する効果を有する。本発明は、特に、チャネル行列の性質を利用した新しい通信方法について述べる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0011】

(実施の形態1)

本実施の形態では、複数のアンテナから、複数の変調信号を送信し、複数の送信する変調信号のうち、同一の情報を複数回送信する変調信号が存在する通信方法、送信装置、受信装置について説明する。

【0012】

図1は、本発明の実施の形態1に係る通信方法で送信する信号のフレーム構成を示す図である。図1では、本実施の形態における変調信号のフレーム構成の一例を示しており、変調信号Aと変調信号Bは、例えば、異なるアンテナからそれぞれ送信される。そして、101、104は電波伝搬環境推定シンボルであり、受信装置において電波伝搬環境を推定するためのシンボルである。102、103、105、106はデータシンボルであり、102からS1の情報を、103は102で送信した情報S1と同じ情報であるが、信号点配置の異なる方法の情報S1'を送信する。

【0013】

107、108は送信アンテナ、109、110は受信アンテナを示しており、送信アンテナ107では変調信号Aの信号が送信される。また、送信アンテナ108では変調信号Bの信号が送信される。

【0014】

受信アンテナ109、110では、それぞれ、変調信号Aと変調信号Bの合成信号が受信される。

【0015】

図2は、図1のフレーム構成におけるI-Q信号点配置の一例を示している。図2(a)は図1のシンボル102の信号点配置を示している。図2(b)は図1のシンボル103の信号点配置を示している。図2(c)は、図2(b)とは異なる図1のシンボル103の信号点配置を示している。

【0016】

図3は、本実施の形態における送信装置の構成の一例を示すブロック図である。図3の送信装置は、符号化部302と、変調部304と、拡散部306と、無

線部 308 と、電力増幅器 310 と、変調部 314 と、拡散部 316 と、無線部 318 と、電力増幅器 320 と、フレーム構成信号生成部 323 とから主に構成される。

【0017】

図 3 において、フレーム構成信号生成部 323 は、フレーム構成を示す信号フレーム構成信号 324、例えば、フレーム内のシンボルのいずれを送信するかを示す情報を出力する。符号化部 302 は、フレーム構成信号 324 に基づき、送信デジタル信号 301 をシンボル単位で複数回（ここでは 2 回）、符号化後のデジタル信号 303 として出力する。

【0018】

変調部 304 は、符号化後のデジタル信号 303、フレーム構成信号 324 を入力とし、送信直交ベースバンド信号 305 を拡散部 306 に出力する。すなわち、変調部 304 は、情報を所定の信号点配置でマッピングして変調し、次に同じ情報を前回と異なる信号点配置でマッピングして変調する。

【0019】

拡散部 306 は、送信直交ベースバンド信号 305 を拡散し、拡散後の送信直交ベースバンド信号 307 を無線部 308 に出力する。

【0020】

無線部 308 は、拡散後の送信直交ベースバンド信号 307 をベースバンド周波数から無線周波数に変換し、変換後の変調信号 309 を電力増幅器 310 に出力する。電力増幅器 310 は、変調信号 309 の電力を増幅し、増幅後の変調信号 311 を出力する。変調信号 311 は、アンテナ 312 から電波として出力される。

【0021】

変調部 314 は、送信デジタル信号 313、フレーム構成信号 324 を入力とし、送信直交ベースバンド信号 315 を出力する。拡散部 316 は、送信直交ベースバンド信号 315 を拡散し、拡散後の送信直交ベースバンド信号 317 を出力する。

【0022】

無線部 318 は、拡散後の送信直交ベースバンド信号 317 をベースバンド周波数から無線周波数に変換し、変換後の変調信号 319 を出力する。

【0023】

電力増幅器 320 は、変調信号 319 の電力を増幅し、増幅後の変調信号 321 を出力し、アンテナ 322 から電波として出力される。

【0024】

図 4 は、本実施の形態における図 3 の変調部 304 の構成の一例を示すブロック図である。

【0025】

図 4 において、マッピング部 X 402 は、符号化後のデジタル信号 401、フレーム構成信号 406 を入力とし、第 1 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 403 を出力する。

【0026】

マッピング部 Y 404 は、符号化後のデジタル信号 401、フレーム構成信号 406 を入力とし、第 2 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 405 を出力する。

【0027】

信号選択部 407 は、第 1 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 403、第 2 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 405、フレーム構成信号 406 を入力とし、フレーム構成信号に基づいて信号を選択し、選択された送信直交ベースバンド信号 408 を出力する。

【0028】

図 5 は、本実施の形態における受信装置の構成の一例を示している。

【0029】

無線部 503 は、アンテナ 501 で受信した受信信号 502 を入力とし、受信直交ベースバンド信号 504 を出力する。

【0030】

逆拡散部 505 は、受信直交ベースバンド信号 504 を入力とし、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 506 を出力する。

【0031】

変調信号A伝送路推定部507は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506を入力とし、変調信号Aの伝送路を推定し、変調信号Aの伝送路推定信号508を出力する。

【0032】

変調信号B伝送路推定部509は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506を入力とし、変調信号Bの伝送路を推定し、変調信号Bの伝送路推定信号510を出力する。

【0033】

無線部513は、アンテナ511で受信した受信信号512を入力とし、受信直交ベースバンド信号514を出力する。

【0034】

逆拡散部515は、受信直交ベースバンド信号514を入力とし、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516を出力する。

【0035】

変調信号A伝送路推定部517は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516を入力とし、変調信号Aの伝送路を推定し、変調信号Aの伝送路推定信号518を出力する。

【0036】

変調信号B伝送路推定部519は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516を入力とし、変調信号Bの伝送路を推定し、変調信号Bの伝送路推定信号520を出力する。

【0037】

フレーム同期部521は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506、516を入力とし、フレーム構成信号522を出力する。

【0038】

復調部523は、変調信号Aの伝送路推定信号508、518、変調信号Bの伝送路推定信号510、520、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506、516、フレーム構成信号522を入力とし、復調し、変調信号Aの受信ディジ

タル信号 524、変調信号 B の受信デジタル信号 525 を出力する。

【0039】

図 6 は、本実施の形態における図 5 の受信装置の復調部 523 の詳細の構成を示している。

【0040】

変調信号 A、B 復調部 608 は、変調信号 A の伝送路推定信号 601、604、変調信号 B の伝送路推定信号 602、605、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 603、606、フレーム構成信号 607 を入力とし、復調し、変調信号 A の受信デジタル信号 609、および、変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0041】

変調信号 B 復調部 610 は、変調信号 A の伝送路推定信号 601、604、変調信号 B の伝送路推定信号 602、605、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 603、606、フレーム構成信号 607、変調信号 A の受信デジタル信号 609 を入力とし、復調し、変調信号 B の受信デジタル信号 611 を出力する。

【0042】

図 7 は、本実施の形態における図 5 の受信装置の復調部 523 の詳細の構成の一例を示しており、図 6 と同様に動作するものについては、同一符号を付した。

【0043】

変調信号 A、B 復調部 608 は、変調信号 A の伝送路推定信号 601、604、変調信号 B の伝送路推定信号 602、605、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 603、606、フレーム構成信号 607 を入力とし、復調し、変調信号 A の受信デジタル信号 609、変調信号 B の受信デジタル信号 612、第 1 の軟判定値信号 701、第 2 の軟判定値信号 702 を出力する。

【0044】

変調信号 B 復調部 703 は、第 1 の軟判定値信号 701、第 2 の軟判定値信号 702、フレーム構成信号 607 を入力とし、第 1 の軟判定値信号 701、第 2 の軟判定値信号 702 を復調し、変調信号 B の受信デジタル信号 704 を出力



する。

【0045】

図8は、本実施の形態における変調信号のフレーム構成の一例を示しており、図1と同様に動作するものについては同一符号を付している。801、803は電波伝搬環境推定シンボルである。802はデータシンボルであり、時間jにおいてS1の情報を送信する。

【0046】

図9(a)、(b)は、本実施の形態における変調信号のフレーム構成の一例を示しており、図1、図8と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0047】

図9(a)において、901、902はデータシンボルであり、データシンボル901では、S1''を送信する。S1''はデータシンボル102で送信したS1の情報、データシンボル103で送信したS1'の情報と同様の情報であるが、信号点の配置が異なる。データシンボル902では、S2、i+2の情報が送信される。

【0048】

図9(b)において、903、904はデータシンボルであり、データシンボル903では、データシンボル102、データシンボル802と同様の情報S1を送信する。また、データシンボル904では、S2、kの情報を送信する。

【0049】

図10は、図9(a)のフレーム構成におけるI-Q信号点配置の一例を示している。図10(a)は図9(a)のシンボル102の信号点配置を示している。図10(b)は図9(a)のシンボル103の信号点配置を示している。図10(c)は、図9(a)のシンボル901の信号点配置を示している。

【0050】

図11は、図5の復調部523の構成の一例である。このときの変調信号のフレーム構成は図9のとおりである。また、図6、図7と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0051】

1101は、第3の軟判定値信号であり、変調信号A復調部608から出力される。

【0052】

変調信号B復調部703は、第1の軟判定値信号、第2の軟判定値信号、第3の軟判定値信号を入力とし、復調し、変調信号Bの受信デジタル信号704を出力する。

【0053】

図12は、本実施の形態における変調信号のフレーム構成の一例を示しており、図1と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0054】

1201はデータシンボルを示しており、 $S2, i+n$ の情報を送信する。

【0055】

図13は、I-Q平面における受信状態を示しており、1301は実際に受信した受信信号の信号点を示しており、1302は送信された変調信号の受信装置で推定したすべての信号点を示している。

【0056】

以上、図1、図2、図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図11、図12、図13を用いて、本実施の形態における通信方法、送信装置および受信装置の動作について詳しく説明する。

【0057】

図1は、図3の送信装置が送信する変調信号A、変調信号Bのフレーム構成の一例を示している。そして、図3における変調信号A送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図1の変調信号Aフレーム構成である。また、図3における変調信号B送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図1の変調信号Bフレーム構成である。

【0058】

図1のフレーム構成の特徴は、変調信号Aでは、時間*i*においてS1の情報を送信した場合、時間*i+1*では同じ情報であるが、信号点の異なる方法で送信し、変調信号Bでは、時間*i*において $S2, i$ の情報を時間*i+1*では、時間*i*と

は異なる $S_2, i+1$ の情報を送信する点である。

【0059】

S_1, S_1' の $I-Q$ 平面における信号点配置を示した図が図 2 である。変調方式は QPSK である。例えば、図 1 において、時間 i で S_1 の情報として $(0, 0)$ を送信したとする。このとき信号点は、図 2 (a) のとおりである。そして、時間 $i+1$ では情報として $(0, 0)$ を、例えば、図 2 (b) のとおりに送信する。 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$ についても同様である。ただし、時間 $i+1$ の信号点配置は、図 2 (b) に限ったものではなく、図 2 (c) で送信してもよい。このように、時間 i と $i+1$ で、同一の情報を異なる信号点配置で送信する。

【0060】

以上のようにすることで、受信装置で、時間 i において変調信号 A、変調信号 B の復調の精度と、時間 $i+1$ において変調信号の信号点配置が変わるため、変調信号 A と変調信号 B の復調の精度が異なる。そして、復調の精度のよい時間で変調信号 A を復調し、その結果を利用して変調信号 B の復調を行うことで、変調信号 B の復調の精度が向上し、データの受信品質が向上する。

【0061】

そのときの、送信装置の構成は、図 3 に示すとおりである。フレーム構成信号生成部 323 は、図 1 のフレーム構成の情報をフレーム構成信号 324 として出力する。

【0062】

符号化部 302 は、送信デジタル信号 301、フレーム構成信号 324 を入力とし、図 1 の変調信号 A のフレーム構成のように符号化し、符号化後のデジタル信号 303 を出力する。

【0063】

変調部 304 は、符号化後のデジタル信号 303、フレーム構成信号 324 を入力とし、図 1 の変調信号 A のフレーム構成にしたがった送信直交ベースバンド信号 305 を出力する。変調部 304 の構成の詳細を示した図が、図 4 である。

【0064】

図4において、マッピング部X402は、図2(a)のように信号点をマッピングする。そして、マッピング部Y404は、図2(b)、あるいは、図2(c)でマッピングを行う。

【0065】

例えば、図1のフレーム構成において、フレーム構成信号406が102のシンボルを示しているとき、マッピング部X402は、入力されたデジタル信号に対し、マッピングを施し、第1のマッピングされた送信直交ベースバンド信号403を出力する。

【0066】

そして、フレーム構成信号406が103のシンボルを示しているとき、マッピング部Y404は、入力されたデジタル信号に対し、マッピングを施し、第2のマッピングされた送信直交ベースバンド信号405を出力する。

【0067】

信号選択部407は、第1のマッピングされた送信直交ベースバンド信号403、第2のマッピングされた送信直交ベースバンド信号405、フレーム構成信号406を入力とし、フレーム構成信号406の示している方の信号を選択し、選択された送信直交ベースバンド信号408を出力する。

【0068】

上述の説明において、図1のフレーム構成、つまり、時間*i*と時間*i+1*で符号化した場合を例に説明したが、図12のように、時間*i*と*i+n*で符号化されている場合にも同様に実施することができる。つまり、上述の説明で、時間*i+1*の動作を時間*i+n*の動作として考えれば同様に実施することができる。

【0069】

次に、受信装置の構成について説明する。

【0070】

図5は、本実施の形態における受信装置の構成である。図5の受信アンテナ501は図1のアンテナ109に相当し、受信アンテナ511は図1のアンテナ110に相当する。そして、図5の変調信号A伝送路推定部507は、図1の電波

伝搬環境推定シンボル 101 を用いて、チャネル変動 $h_{11}(t)$ を求める。ただし、 t は時間とする。同様に、変調信号 B 伝送路推定部 509 は、図 1 の電波伝搬環境推定シンボル 104 を用いて、チャネル変動 $h_{12}(t)$ を求める。変調信号 A 伝送路推定部 517 は、図 1 の電波伝搬環境推定シンボル 101 を用いて、チャネル変動 $h_{21}(t)$ を求める。変調信号 B 伝送路推定部 519 は、図 1 の電波伝搬環境推定シンボル 104 を用いて、チャネル変動 $h_{22}(t)$ を求める。そして、時間 i において、受信アンテナ 501 で受信した信号を $R_1(i)$ 、受信アンテナ 511 で受信した信号を $R_2(i)$ とすると、次のような関係が成立する。

【0071】

【式 1】

$$\begin{pmatrix} R_1(i) \\ R_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(i) & h_{12}(i) \\ h_{21}(i) & h_{22}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_{2,i} \end{pmatrix}$$

【0072】

同様に、時間 $i+1$ において、次のような関係が成立する。

【式 2】

$$\begin{pmatrix} R_1(i+1) \\ R_2(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(i+1) & h_{12}(i+1) \\ h_{21}(i+1) & h_{22}(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1' \\ S_{2,i+1} \end{pmatrix}$$

このとき、図 1 を例とするように、データシンボル 102 と 105 を送信する時間と、データシンボル 103 と 106 を送信する時間が、時間的にはなれていなければ、（ここでは、1 の時間しかかわらない。） $h_{11}(i) \doteq h_{11}(i+1)$ 、 $h_{12}(i) \doteq h_{12}(i+1)$ 、 $h_{21}(i) \doteq h_{21}(i+1)$ 、 $h_{22}(i) \doteq h_{22}(i+1)$ が成立する。

【0073】

（式 1）の関係から、 S_1 、 $S_{2,i}$ を得ることができ、また、（式 2）の関係から S_1' 、 $S_{2,i+1}$ を得ることができる。

【0074】

このとき、（式 1）と（式 2）の行列は、ほぼ等しい行列であるが、（ S_1 、

$S2, i)$ のベクトルと $(S1', S2, i+1)$ のベクトルが異なるため、得られるデータの確からしさが異なることになる。特に、文献 “A simple transmit diversity technique for wireless communications,” IEEE Journal on Selected Areas in Communications, pp.1451-1458, vol.16, no.8, October 1998で示されている尤度検波 (Likelihood Detection) を用いた際、データの確からしさの差が大きい。

【0075】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間 i の検波を行い、 $(S1, S2, i)$ を得る。

<2>時間 $i+1$ の検波を行い、 $(S1', S2, i+1)$ を得る。

<3>時間 i および時間 $i+1$ の受信品質を比較する。

【0076】

時間 i の受信品質の方がよい場合、時間 i の検波で $(S1, S2, i)$ のデータを得る。次に、時間 i の検波で得られた $S1$ から時間 $i+1$ の $S1'$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i+1$ を得る。

【0077】

時間 $i+1$ の受信品質の方がよい場合、時間 $i+1$ の検波で $(S1', S2, i+1)$ のデータを得る。次に、時間 $i+1$ の検波で得られた $S1'$ から時間 i の $S1$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i$ を得る。

【0078】

図5の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525が得られる。

【0079】

このときの、図5の復調部523の詳細の構成が、図6、図7のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0080】

図6、図7において、信号601は図5の508に、信号602は図5の510に、信号603は図5の506に、信号604は図5の518に、信号605

は図5の520に、信号606は図5の516に相当する。

【0081】

ここで、図3の送信装置において、図1のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0082】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0083】

ここでは、図5の復調部523の動作について説明する。

【0084】

図1の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号508、変調信号Bの伝送路推定信号510を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0085】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0086】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、..., 1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0001}(i)$ 、..., $X_{1111}(i)$ を求める。

【0087】

同様に、図1の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号518、変調信号Bの伝送路推定信号520を用いて、0000, 0001, ..., 1111

の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0088】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0089】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0090】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0091】

同様に、時間 $i+1$ についても $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、・・・、 $Z1111(i+1)$ を求める。

【0092】

次に、時間 i と時間 $i+1$ との受信データの確からしさの比較を行う。

【0093】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0094】

同様に、 $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、・・・、 $Z1111(i+1)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i+1)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i+1)$ とする。

【0095】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ を求める。

【0096】

$R(i+1) > R(i)$ のとき、時間 i の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 i に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、 $Z0010(i+1)$ 、 $Z0011(i+1)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i+1)$ 、 $Z0101(i+1)$ 、 $Z0110(i+1)$ 、 $Z0111(i+1)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0097】

$R(i) > R(i+1)$ のとき、時間 $i+1$ の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i+1)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 $i+1$ に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も

小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0098】

図 5 の復調部 523 の詳細の構成が図 6、図 7 である。

【0099】

図 6 の動作について説明する。

【0100】

図 6 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 $i+1$ において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、上記のように、受信品質のよい時間の変調信号 B で送信されたデータを変調信号 B の受信デジタル信号 612 として出力する。

【0101】

変調信号 B 復調部 610 は、上記のように、変調信号 A の受信デジタル信号 609 を入力し、利用して、受信品質のわるい時間の変調信号 B を復調し、変調信号 B の受信デジタル信号 611 を出力する。

【0102】

図 7 の動作について説明する。

【0103】

図 7 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 $i+1$ において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 701 として、 $Z0000(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 702 として $Z0000(i+1)$ 、 \dots 、 $Z1111(i+1)$ を出力する。そして、時間 i 、時間 $i+1$ いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0104】

変調信号 B 復調部 703 は、第 1 の軟判定値信号 701 である $Z0000(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ と第 2 の軟判定値信号 702 である $Z0000(i+1)$ 、 \dots 、 $Z1111(i+1)$ を入力し、

$i+1$)、 \dots 、 $Z1111(i+1)$ を入力とし、上記のように、時間 i と時間 $i+1$ の受信品質をもとに、変調信号 B の復調を行い、612 とは異なる時間の変調信号 B の受信デジタル信号 704 を出力する。

【0105】

図 1 と異なるフレーム構成が図 12 である。図 12 は、時間 i と $i+n$ で符号化されている。このとき、 $h11(i) \div h11(i+n)$ 、 $h12(i) \div h12(i+n)$ 、 $h21(i) \div h21(i+n)$ 、 $h22(i) \div h22(i+n)$ の関係が成立するような n であれば、フレーム構成図 1 の実施の形態と同様に実施することができる。(つまり、時間 $i+1$ の動作を時間 $i+n$ の動作として考えれば同様に実施することができる。)

【0106】

次に、図 1、図 12 とは異なるフレーム構成図 8 の動作について説明する。このとき、時間 i と j とでは、時間がまったく異なるために電波伝搬環境が全く異なる状態であることが重要となる。

【0107】

時間 i において、(式 1) が成立する。同様に、時間 j において、次のような関係が成立する。

【0108】

【式 3】

$$\begin{pmatrix} R1(j) \\ R2(j) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(j) & h12(j) \\ h21(j) & h22(j) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2, j \end{pmatrix}$$

このとき、 $h11(j)$ 、 $h12(j)$ 、 $h21(j)$ 、 $h22(j)$ は、受信装置において、例えば、図 8 の電波伝搬環境推定シンボル 801、803 を用いて推定する。このとき、時間 i と j では、電波伝搬環境が異なるような時間であるため、 $h11(i) \neq h11(j)$ 、 $h12(i) \neq h12(j)$ 、 $h21(i) \neq h21(j)$ 、 $h22(i) \neq h22(j)$ が成立する。したがって、時間 i と j での受信品質は全く異なることになる。

【0109】

以上を考慮し、時間 i と時間 j の I-Q 平面における信号点配置について説明



する。

【0110】

I-Q平面における信号点配置の一例を示した図が図2である。図8のフレーム構成の際、時間iとjの信号点配置は、例えば、ともに図2(a)でもよいし、時間iでは図2(a)、時間jでは図2(b)のように異なってもどちらでもよい。これは、図1、図12のフレーム構成のときとは異なり、時間iとjとでは電波伝搬環境が異なるため、時間iとjで、特に、信号点配置を変えても、効果があらわれないからである。

【0111】

以下では、復号化の手順について詳しく説明するが、図1のフレーム構成の動作と同様に考えることができる。つまり、時間i+1の動作を時間jに置き換えて考えればよい。

【0112】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間iの検波を行い、(S1, S2, i)を得る。

<2>時間jの検波を行い、(S1, S2, j)を得る。

<3>時間iおよび時間jの受信品質を比較する。

【0113】

時間iの受信品質の方がよい場合、時間iの検波で(S1, S2, i)のデータを得る。次に、時間iの検波で得られたS1から時間jのS1を推定し、その結果を利用し、S2, jを得る。

【0114】

時間jの受信品質の方がよい場合、時間jの検波で(S1, S2, j)のデータを得る。次に、時間jの検波で得られたS1から時間iのS1を推定し、その結果を利用し、S2, iを得る。

【0115】

図5の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525が得られる。

【0116】

このときの、図5の復調部523の詳細の構成が、図6、図7のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0117】

図6、図7において、信号601は図5の508に、信号602は図5の510に、信号603は図5の506に、信号604は図5の518に、信号605は図5の520に、信号606は図5の516に相当する。

【0118】

ここで、図3の送信装置において、図8のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0119】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0120】

ここでは、図5の復調部523の動作について説明する。

【0121】

図8の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号508、変調信号Bの伝送路推定信号510を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0122】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0123】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同

様に、送信ビット 0001、・・・、1111 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $X0001(i)$ 、・・・、 $X1111(i)$ を求める。

【0124】

同様に、図 8 の時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号 518、変調信号 B の伝送路推定信号 520 を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図 13 の 1302 の 16 個の信号点に相当する。

【0125】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 516 から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図 13 の 1301 の信号点を相当する。

【0126】

次に、図 13 の 1302 のすべての信号点と信号点 1301 との I-Q 平面における例えば距離の 2 乗値を計算する。ここで、送信ビット 0000 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット 0001、・・・、1111 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0127】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0128】

ここで、時間 i を判定する際、電波伝搬環境の推定は、図 8 の電波伝搬環境推定シンボル 101、104 を用いて行う。

【0129】

同様に、時間 j についても $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、・・・、 $Z1111(j)$ を求める。

【0130】

ここで、時間 j を判定する際、電波伝搬環境の推定は、図 8 の電波伝搬環境推定シンボル 802、803 を用いて行う。

【0131】

次に、時間 i と時間 j との受信データの確からしさの比較を行う。

【0132】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2 番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0133】

同様に、 $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(j)$ とする。そして、2 番目に小さい値を探索する。その値を $S(j)$ とする。

【0134】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(j) = F(j) / S(j)$ を求める。

【0135】

$R(j) > R(i)$ のとき、時間 i の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 j に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 i に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 $Z0010(j)$ 、 $Z0011(j)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(j)$ 、 $Z0101(j)$ 、 $Z0110(j)$ 、 $Z0111(j)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0136】

$R(i) > R(j)$ のとき、時間 j の方が受信品質がよいと判断し、 $F(j)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 j に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 j に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0137】

図 5 の復調部 523 の詳細の構成が図 6、図 7 である。

【0138】

図 6 の動作について説明する。

【0139】

図 6 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 j において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、上記のように、受信品質のよい時間の変調信号 B で送信されたデータを変調信号 B の受信デジタル信号 612 として出力する。

【0140】

変調信号 B 復調部 610 は、上記のように、変調信号 A の受信デジタル信号 609 を入力し、利用して、受信品質のわるい時間の変調信号 B を復調し、変調信号 B の受信デジタル信号 611 を出力する。

【0141】

図 7 の動作について説明する。

【0142】

図7の変調信号A、B復調部608は、上記のように、時間*i*および時間*j*において変調信号Aで送信したデータを変調信号Aの受信デジタル信号609として出力する。また、第1の軟判定値信号701として、Z0000(*i*)、
 …、Z1111(*i*)を出力する。また、第2の軟判定値信号702としてZ0000(*j*)、
 …、Z1111(*j*)を出力する。そして、時間*i*、時間*j*いずれかの変調信号Bの受信デジタル信号612を出力する。

【0143】

変調信号B復調部703は、第1の軟判定値信号701であるZ0000(*i*)、
 …、Z1111(*i*)と第2の軟判定値信号702であるZ0000(*j*)、
 …、Z1111(*j*)を入力とし、上記のように、時間*i*と時間*j*の受信品質をもとに、変調信号Bの復調を行い、612とは異なる時間の変調信号Bの受信デジタル信号704を出力する。

【0144】

次に、図1、図8、図12とは異なるフレーム構成図9(a)(b)の動作について説明する。

【0145】

図9(a)のフレーム構成について説明する。

【0146】

時間*i*、*i*+1の状態については、図1のフレーム構成の際の説明と同様である。

【0147】

時間*i*+2において、次の関係が成立する。

【0148】

【式4】

$$\begin{pmatrix} R1(i+2) \\ R2(i+2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(i+2) & h12(i+2) \\ h21(i+2) & h22(i+2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1'' \\ S2, i+2 \end{pmatrix}$$

このとき、 $h11(i) \doteq h11(i+1) \doteq h11(i+2)$ 、 $h12(i) \doteq h12(i+1) \doteq h12(i+2)$ 、 $h21(i) \doteq h21(i+1) \doteq h$

$21(i+2)$ 、 $h22(i) \div h22(i+1) \div h22(i+2)$ が成立する。

【0149】

(式1)の関係から、 $S1$ 、 $S2$ 、 i を得ることができ、また、(式2)の関係から $S1'$ 、 $S2$ 、 $i+1$ を得ることができ、(式4)の関係から $S1''$ 、 $S2$ 、 $i+2$ を得ることができる。

【0150】

このとき、(式1)と(式2)の行列は、ほぼ等しい行列であるが、($S1$ 、 $S2$ 、 i)のベクトルと($S1'$ 、 $S2$ 、 $i+1$)のベクトルと($S1''$ 、 $S2$ 、 $i+2$)のベクトルが異なるため、得られるデータの確からしさが異なることになる。特に、図10に示すように、時間 i の $S1$ は図10(a)の信号点配置に、時間 $i+1$ の $S1'$ は図10(b)の信号点配置に、時間 $i+2$ の $S1''$ は図10(c)の信号点配置にする。このように、 $S1$ 、 $S1'$ 、 $S1''$ の信号点配置を異なるようにすることで、上記得られるデータの確からしさを効率よく変化させることができる。

【0151】

以上における送信装置の構成は図3のとおりである。そして、図4の変調部の構成に、マッピング部Zを追加した構成でをとればよいことになる。そして、追加されたマッピング部Zにおいて、時間 $i+2$ のマッピングを行うことになる。

【0152】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

- <1>時間 i の検波を行い、($S1$ 、 $S2$ 、 i)を得る。
- <2>時間 $i+1$ の検波を行い、($S1'$ 、 $S2$ 、 $i+1$)を得る。
- <3>時間 $i+2$ の検波を行い、($S1''$ 、 $S2$ 、 $i+2$)を得る。
- <4>時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ の受信品質を比較する。

【0153】

時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ の受信品質を比較した結果から、 $S1$ 、 $S1'$ 、 $S1''$ を推定する。推定 $S1$ 、 $S1'$ 、 $S1''$ を用いて、時間 i の $S2$

, i 、時間 $i+1$ の S2, $i+1$ 、時間 $i+2$ の S2, $i+2$ を得る。

【0154】

図5の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525が得られる。

【0155】

このときの、図5の復調部523の詳細の構成の一例は、図11のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0156】

ここで、図3の送信装置において、図1のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0157】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0158】

ここでは、図5の復調部523の動作について説明する。

【0159】

図9(a)の時間 i において、変調信号Aの伝送路推定信号508、変調信号Bの伝送路推定信号510を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0160】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0161】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同

様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X0001(i)$ 、・・・、 $X1111(i)$ を求める。

【0162】

同様に、図9(a)の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号518、変調信号Bの伝送路推定信号520を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0163】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0164】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0165】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0166】

同様に、時間*i+1*についても $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、・・・、 $Z1111(i+1)$ を求める。また、時間*i+2*についても $Z0000(i+2)$ 、 $Z0001(i+2)$ 、・・・、 $Z1111(i+2)$ を求める。

【0167】

次に、時間*i*、時間*i+1*、時間*i+2*との受信データの確からしさの比較を

行う。

【0168】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0169】

同様に、 $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、 \dots 、 $Z1111(i+1)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i+1)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i+1)$ とする。

【0170】

また、 $Z0000(i+2)$ 、 $Z0001(i+2)$ 、 \dots 、 $Z1111(i+2)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i+2)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i+2)$ とする。

【0171】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) / S(i+2)$ を求める。以上の値を用いて、時間 i 、時間 $i+1$ 、時間 $i+2$ の受信品質を推定する。

【0172】

時間 i の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビットと時間 i に変調信号Bで送信されたデータ2ビットが得られる。時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビットの結果をもとに、時間 $i+1$ の $S2$ 、 $i+1$ を、時間 $i+2$ の $S2$ 、 $i+2$ 復調する。

【0173】

同様に、時間 $i+1$ の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビットと時間 $i+1$ に変調信号Bで送信されたデータ2ビットが得られる。時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビットの結果をもとに、時間 i の S

2, i を、時間 $i+2$ の S 2, $i+2$ 復調する。

【0174】

また、時間 $i+2$ の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 $i+2$ に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。時間 i 、時間 $i+1$ および時間 $i+2$ に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットの結果をもとに、時間 i の S 2, i を、時間 $i+1$ の S 2, $i+1$ 復調する。

【0175】

図 5 の復調部 523 の詳細の構成が図 11 である。

【0176】

図 11 の動作について説明する。

【0177】

図 11 の変調信号 A, B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 $i+1$ 、 $i+2$ において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 701 として、Z 0000 (i)、 \dots 、Z 1111 (i) を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 702 として Z 0000 ($i+1$)、 \dots 、Z 1111 ($i+1$) を出力する。そして、第 3 の軟判定値信号 1101 として Z 0000 ($i+2$)、 \dots 、Z 1111 ($i+2$) を出力する。そして、時間 i 、時間 $i+1$ 、時間 $i+2$ いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0178】

変調信号 B 復調部 703 は、第 1 の軟判定値信号 701 である Z 0000 (i)、 \dots 、Z 1111 (i) と第 2 の軟判定値信号 702 である Z 0000 ($i+1$)、 \dots 、Z 1111 ($i+1$)、第 3 の軟判定値信号 1101 である Z 0000 ($i+2$)、 \dots 、Z 1111 ($i+2$) を入力とし、上記のように、時間 i と時間 $i+1$ と時間 $i+2$ の受信品質をもとに、変調信号 B の復調を行い、612 とは異なる時間の変調信号 B の受信デジタル信号 704 を出力する。

【0179】

図9(a)のフレーム構成について説明したが、図9(a)では、連続した3シンボルで符号化された構成で説明したがこれに限ったものではない。つまり、時間*i*、*i*+1、*i*+2で符号化されている構成を、時間*i*、*i*+*n*、*i*+*m*で符号化する構成についても同様に実施が可能である。このとき、 $h_{11}(i) \div h_{11}(i+n) \div h_{11}(i+m)$ 、 $h_{12}(i) \div h_{12}(i+n) \div h_{12}(i+m)$ 、 $h_{21}(i) \div h_{21}(i+n) \div h_{21}(i+m)$ 、 $h_{22}(i) \div h_{22}(i+n) \div h_{22}(i+m)$ の関係が成立すると効果的である。(上述において、時間*i*+1の動作を時間*i*+*n*の動作として、時間*i*+2の動作を時間*i*+*m*として考えれば同様に実施することができる。)

【0180】

次に、図9(b)のフレーム構成について説明する。

【0181】

時間*i*、*j*の状態については、図8のフレーム構成の際の説明と同様である。

【0182】

時間*k*において、次の関係が成立する。

【0183】

【式5】

$$\begin{pmatrix} R1(k) \\ R2(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(k) & h_{12}(k) \\ h_{21}(k) & h_{22}(k) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1'' \\ S2,k \end{pmatrix}$$

このとき、時間*i*と*j*と*k*では、電波伝搬環境が異なるような時間であるため、 $h_{11}(i) \neq h_{11}(j) \neq h_{11}(k)$ 、 $h_{12}(i) \neq h_{12}(j) \neq h_{12}(k)$ 、 $h_{21}(i) \neq h_{21}(j) \neq h_{21}(k)$ 、 $h_{22}(i) \neq h_{22}(j) \neq h_{22}(k)$ が成立する。したがって、時間*i*と*j*と*k*での受信品質は全く異なることになる。

【0184】

このときのI-Q平面における信号点配置を図10に示す。このとき、時間*i*、*j*、*k*は信号点配置を同様にしてもよい、つまり、すべて、図10(a)のように配置してもよいし、時間*i*、*j*、*k*で異なるように配置する、つまり、時間*i*は図10(a)、時間*j*は図10(b)、時間*k*は図10(c)のように配置

してもよい。

【0185】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間 i の検波を行い、 (S_1, S_2, i) を得る。

<2>時間 j の検波を行い、 (S_1', S_2, j) を得る。

<3>時間 k の検波を行い、 (S_1'', S_2, k) を得る。

<4>時間 i 、時間 j および時間 k の受信品質を比較する。

【0186】

時間 i 、時間 j および時間 k の受信品質を比較した結果から、 S_1 、 S_1' 、 S_1'' を推定する。推定 S_1 、 S_1' 、 S_1'' を用いて、時間 i の S_2, i 、時間 j の S_2, j 、時間 k の S_2, k を得る。

【0187】

図5の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525が得られる。

【0188】

このときの、図5の復調部523の詳細の構成の一例は、図11のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0189】

ここで、図3の送信装置において、図1のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0190】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0191】

ここでは、図5の復調部523の動作について説明する。

【0192】

図9 (b) の時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号 508、変調信号 B の伝送路推定信号 510 を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図13 の1302の16個の信号点に相当する。

【0193】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 506 から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0194】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、..., 1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X0001(i)$ 、..., $X1111(i)$ を求める。

【0195】

同様に、図9 (b) の時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号 518、変調信号 B の伝送路推定信号 520 を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0196】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 516 から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0197】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、..., 1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0001(i)$ 、..., $Y1111(i)$ を求める。

【0198】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ を求める。

【0199】

同様に、時間 j についても $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ を求める。また、時間 k についても $Z0000(k)$ 、 $Z0001(k)$ 、 \dots 、 $Z1111(k)$ を求める。

【0200】

次に、時間 i 、時間 j 、時間 k との受信データの確からしさの比較を行う。

【0201】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0202】

同様に、 $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(j)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(j)$ とする。

【0203】

また、 $Z0000(k)$ 、 $Z0001(k)$ 、 \dots 、 $Z1111(k)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(k)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(k)$ とする。

【0204】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(j) = F(j) / S(j)$ 、 $R(k) = F(k) / S(k)$ を求める。以上の値を用いて、時間 i 、時間 j 、時間 k の受信品質を推定する。

【0205】

時間 i の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 i に変調信号 B で送信されたデー

タ 2 ビットが得られる。時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットの結果をもとに、時間 j の $S2, j$ を、時間 k の $S2, k$ 復調する。

【0206】

同様に、時間 j の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 j に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットの結果をもとに、時間 i の $S2, i$ を、時間 k の $S2, k$ 復調する。

【0207】

また、時間 k の受信品質が最もよいと判断した場合、時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 k に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。時間 i 、時間 j および時間 k に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットの結果をもとに、時間 i の $S2, i$ を、時間 j の $S2, j$ 復調する。

【0208】

図 5 の復調部 523 の詳細の構成が図 11 である。

【0209】

図 11 の動作について説明する。

【0210】

図 11 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 $i+1$ 、 $i+2$ において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 701 として、 $Z0000(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 702 として $Z0000(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ を出力する。そして、第 3 の軟判定値信号 1101 として $Z0000(k)$ 、 \dots 、 $Z1111(k)$ を出力する。そして、時間 i 、時間 j 、時間 k いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0211】

変調信号B復調部703は、第1の軟判定値信号701であるZ0000(i)、・・・、Z1111(i)と第2の軟判定値信号702であるZ0000(j)、・・・、Z1111(j)、第3の軟判定値信号1101であるZ0000(k)、・・・、Z1111(k)を入力とし、上記のように、時間iと時間jと時間kの受信品質をもとに、変調信号Bの復調を行い、612とは異なる時間の変調信号Bの受信デジタル信号704を出力する。

【0212】

以上のように、変調信号Aにおいて同一データの変調信号を複数回送信し、複数回の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号Bを復調することで、データの品質が向上し、変調信号A、変調信号Bにより、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0213】

以上の説明において、送信装置の構成は、図2の構成、変調部の構成は、図4の構成に限ったものではない。また、受信装置、および、復調部の構成は、図5、図6、図7の構成に限ったものではない。例えば、本実施の形態におけるアンテナは、複数のアンテナにより一つのアンテナを構成していてもよい。また、n ($n \geq 2$) の異なる変調信号を送信する送信装置においてnより多い数のアンテナを具備し、切り替えて使用する構成においても同様に実施することができる。

【0214】

本実施の形態において受信品質を求めるための計算式として、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) / S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) / S(j)$ 、 $R(k) = F(k) / S(k)$ で求めているが、これに限ったものではなく、 $R(i) = F(i) - S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) - S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) - S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) - S(j)$ 、 $R(k) = F(k) - S(k)$ と求めても同様に受信品質のためのパラメータとなる。ただし、上述の説明した際の大小関係は逆となる。つまり、 $R(i)$ が大きい方が受信品質はよいことになる。

【0215】

また、本実施の形態において、変調信号Aにおいて同一データを2回送信するフレーム構成、3回送信するフレーム構成について説明したが、これに限ったものではなく、4、5、・・・n回送信するフレーム構成においても同様に実施することができる。

【0216】

そして、本実施の形態では、スペクトル拡散方式を用いたときを例に説明したが、これに限ったものではなく、スペクトル拡散を行わないシングルキャリア方式においても同様に実施することができる。このとき、送信装置は拡散部が省略された構成となり、受信装置は逆拡散部が省略された構成をとることになる。また、OFDM方式を例とするマルチキャリア方式においても各キャリアにおいて本実施の符号化を施すことができる。このとき、例えば、OFDM方式を用いた場合、送信装置ではOFDM方式を用いた変調信号を生成するために逆フーリエ変換部が挿入され、受信装置ではOFDM方式を用いた信号のためにフーリエ変換部が挿入されることになる。また、本実施の形態は、変調信号Aと変調信号Bの符号化を時間軸に対して行った。つまり、本実施の形態の例では、変調信号Aにおいて、異なる時間に同一のデータの変調信号を送信している。しかし、本実施の符号化は、特に、OFDM方式を例とするマルチキャリア方式を用いた場合、周波数軸に対し、符号化を施すことができる。つまり、変調信号Aにおいて、異なるキャリアに複数同一のデータのためのシンボルを配置すればよい。

【0217】

加えて、本実施の形態において、変調信号Aの受信品質を向上させることで、変調信号Bの受信品質が向上することになる。このように受信品質をさらに向上させるために、変調信号Aに対し、ブロック符号、ビタビ符号やターボ符号などの畳み込み符号、LDPC (Low-Density Parity-Check) 符号などの符号化を施し、受信品質を向上させて、その結果、変調信号Bの受信品質を向上させることができる。

【0218】

また、アンテナ2本から2つの変調信号を送信する構成を例に説明したが、ア

ンテナ n 本から n 個の変調信号を送信するフレーム構成において、 n 個の変調信号のうち第 1 変調信号から、同一のデータを複数回、異なる周波数、あるいは、異なる時間を用いて送信するフレーム構成でも同様に実施することができる。

【0219】

以上により、変調信号 A において同一データの変調信号を複数回送信し、複数回の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号 B を復調することで、データの品質が向上し、変調信号 A、変調信号 B により、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0220】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、複数のアンテナから、複数の変調信号を送信し、複数の送信する変調信号のうち、同一の情報を複数回送信する変調信号が存在する通信方法、送信装置、受信装置について説明する。

【0221】

図 2 は、本実施の形態における信号点配置の一例を示している。

【0222】

図 4 は、本実施の形態における送信装置の変調部の構成の一例を示している。

【0223】

図 14 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図 1 と同様に動作するものについては同一符号を付した。1401 は電波伝搬環境推定シンボル、1402、1403 はデータシンボルであり、1402 では $S3, i$ のデータを、1403 では $S3, i+1$ のデータを送信する。

【0224】

図 15 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図 1、図 8 と同様に動作するものについては同一符号を付した。1501、1503 は電波伝搬環境推定シンボル、1502、1504 はデータシンボルであり、1502 では $S3, i$ のデータを、1504 では $S3, j$ のデータを送信する。

【0225】

図16は、送信アンテナと受信アンテナの関係を示している。1601は、送信アンテナ1、1602は送信アンテナ2、1603は送信アンテナ3、1604は受信アンテナ1、1605は受信アンテナ2、1606は受信アンテナ3である。

【0226】

図17は、本実施の形態における送信装置の構成の一例を示しており、図3と同様に動作するものについては同一符号を付した。変調部1702は送信デジタル信号1701、フレーム構成信号324を入力とし、フレーム構成にしたがった送信直交ベースバンド信号1703を出力する。

【0227】

拡散部1704は、送信直交ベースバンド信号1703を入力とし、拡散後の送信直交ベースバンド信号1705を出力する。

【0228】

無線部1706は、拡散後の送信直交ベースバンド信号1705を入力とし、変調信号1707を出力する。

【0229】

電力増幅部1708は、変調信号1707を入力とし、増幅された変調信号1709を出力とし、アンテナ1710から電波として出力される。

【0230】

図18は、本実施の形態における受信装置の構成の一例を示しており、図5と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0231】

無線部1803は、アンテナ1801で受信した受信信号1802を入力とし、受信直交ベースバンド信号1804を出力する。

【0232】

逆拡散部1805は、受信直交ベースバンド信号1804を入力とし、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1806を出力する。

【0233】

変調信号A伝送路推定部1807は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1

806を入力とし、変調信号Aの伝送路推定信号1808を出力する。

【0234】

変調信号B伝送路推定部1809は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1806を入力とし、変調信号Bの伝送路推定信号1810を出力する。

【0235】

変調信号C伝送路推定部1811は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1806を入力とし、変調信号Cの伝送路推定信号1812を出力する。

【0236】

変調信号C伝送路推定部1813は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506を入力とし、変調信号Cの伝送路推定信号1814を出力する。

【0237】

変調信号C伝送路推定部1815は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516を入力とし、変調信号Cの伝送路推定信号1816を出力する。

【0238】

フレーム同期部521は逆各拡散後の受信直交ベースバンド信号506、516、1806を入力とし、フレーム構成信号522を出力する。

【0239】

復調部523は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506、516、1806、変調信号Aの伝送路推定信号508、518、1808、変調信号Bの伝送路推定信号510、520、1810、変調信号Cの伝送路推定信号1812、1814、1816を入力とし、変調信号A、変調信号B、変調信号Cの復調を行い、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525、変調信号Cの受信デジタル信号1817を出力する。

【0240】

図19は、本実施の形態における受信装置の復調部の構成の一例を示している。

【0241】

変調信号A、B、C復調部1913は、変調信号Aの伝送路推定信号1901、1905、1909、変調信号Bの伝送路推定信号1902、1906、19

10、変調信号Cの伝送路推定信号1903、1907、1911、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1904、1908、1912、フレーム構成信号1922を入力とし、変調信号Aの受信デジタル信号1914、変調信号Bの受信デジタル信号1915、変調信号Cの受信デジタル信号1916、第1の軟判定値信号1917、第2の軟判定値信号1918を出力する。

【0242】

変調信号B、C復調部1919は、第1の軟判定値信号1917、第2の軟判定値信号1918、フレーム構成信号1922を入力とし、変調信号Bの受信デジタル信号1920、変調信号Cの受信デジタル信号1921を出力する。

【0243】

図20は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図1、図12、図14と同様に動作するものについては同一符号を付した。2001はデータシンボルでありS3、 $i+n$ のデータを送信する。

【0244】

図21は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、2101、2106、2111は電波伝搬環境推定シンボルを示しており、2102、2103、2104、2105は変調信号Aのデータシンボルを示しており、時間*i*から*i*+3において同一のデータを送信する。

【0245】

2107、2108は、変調信号Bのデータシンボルを示しており、2107、2108では同一のデータを送信する。

【0246】

2109、2110は、変調信号Bのデータシンボルを示しており、2109、2110では同一のデータを送信する。

【0247】

2112、2113、2114、2115は、変調信号Cのデータシンボルを示している。

【0248】

図22は、本実施の形態における送信装置の構成の一例を示しており、図3、

図 17 と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0249】

図 17 と異なるのは、変調信号 B 送信部において、符号化を行っていることであり、符号化部 2201 は、変調信号 B の送信デジタル信号 313、フレーム構成信号 324 を入力とし、符号化後の送信デジタル信号 2202 を出力する。

【0250】

図 23 は、本実施の形態における受信装置の復調部の構成の一例を示している。変調信号 A 復調部 2301 は、変調信号 A の伝送路推定信号 1901、1905、1909、変調信号 B の伝送路推定信号 1902、1906、1910、変調信号 C の伝送路推定信号 1903、1907、1911、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号 1904、1908、1912、フレーム構成信号 1922 を入力とし、変調信号 A の受信デジタル信号 2302、第 1 の軟判定値信号 2303、第 2 の軟判定値信号 2304、第 3 の軟判定値信号 2305、第 4 の軟判定値信号 2306 を出力する。

【0251】

変調信号 B 復調部 2307 は、第 1 の軟判定値信号 2303、第 2 の軟判定値信号 2304、第 3 の軟判定値信号 2305、第 4 の軟判定値信号 2306、変調信号 A の受信デジタル信号 2302、フレーム構成信号 1922 を入力とし、変調信号 B の受信デジタル信号 B、第 1 の軟判定値信号 2309、第 2 の軟判定値信号 2310、第 3 の軟判定値信号 2311、第 4 の軟判定値信号 2312 を出力する。

【0252】

変調信号 C 復調部 2313 は、第 1 の軟判定値信号 2309、第 2 の軟判定値信号 2310、第 3 の軟判定値信号 2311、第 4 の軟判定値信号 2312、変調信号 A の受信デジタル信号 2302、変調信号 B の受信デジタル信号 2308、フレーム構成信号 1922 を入力とし、変調信号 C の受信デジタル信号 2314 を出力する。

【0253】

図 24 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例であり、図 21 と同様に動作するものについては同一符号を付した。2401 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i'$ を送信する。2402 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i''$ を送信する。2403 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i'''$ を送信する。2404 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, i'$ を送信する。2405 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, i+2n$ を送信する。2406 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, i+2n'$ を送信する。2407 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, i+n$ を送信する。2408 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, i+2n$ を送信する。2409 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, i+3n$ を送信する。

【0254】

図 25 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例であり、図 21 と同様に動作するものについては同一符号を付した。2501 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i'$ を送信する。2502 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i''$ を送信する。2503 は変調信号 A のデータシンボルであり、 $S1, i'''$ を送信する。2504 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, i'$ を送信する。2505 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, k$ を送信する。2506 は変調信号 B のデータシンボルであり、 $S2, k'$ を送信する。2507 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, j$ を送信する。2508 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, k$ を送信する。2509 は変調信号 C のデータシンボルであり、 $S3, m$ を送信する。

【0255】

以上、図 2、図 4、図 14、図 15、図 16、図 17、図 18、図 19、図 20、図 21、図 22、図 23、図 24、図 25 を用いて、本実施の形態における通信方法、送信装置および受信装置の動作について詳しく説明する。

【0256】

図 14 は、図 17 の送信装置が送信する変調信号 A、変調信号 B、変調信号 C のフレーム構成の一例を示している。そして、図 17 における変調信号 A 送信部

から送信される変調信号のフレーム構成が図 14 の変調信号 A フレーム構成である。図 17 における変調信号 B 送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図 14 の変調信号 B フレーム構成である。図 17 における変調信号 C 送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図 14 の変調信号 C フレーム構成である。

【0257】

図 14 のフレーム構成の特徴は、変調信号 A では、時間 i において $S1$ の情報を送信した場合、時間 $i+1$ では同じ情報であるが、信号点の異なる方法で送信している点である。

【0258】

$S1$ 、 $S1'$ の $I-Q$ 平面における信号点配置を示した図が図 2 であり、ここでは変調方式を QPSK とする配置については実施の形態 1 で説明と同様である。

【0259】

以上のようにすることで、受信装置で、時間 i において変調信号 A、変調信号 B および変調信号 C の復調の精度と、時間 $i+1$ において変調信号の信号点配置が変わるため、変調信号 A、変調信号 B および変調信号 C の復調の精度が異なる。そして、復調の精度のよい時間で変調信号 A を復調し、その結果を利用して変調信号 B および変調信号 C の復調を行うことで、変調信号 B および変調信号 C の復調の精度が向上し、データの受信品質が向上する。

【0260】

そのときの、送信装置の構成は、図 17 に示すとおりである。このとき、変調信号 A、変調信号 B の送信部の構成および動作については実施の形態 1 での説明と同様である。1701 から 1710 は、図 14 の変調信号 C の送信するためのものであり、動作については、変調信号 B と同様である。

【0261】

次に、受信装置の構成および動作について説明する。

【0262】

図 18 は、本実施の形態における受信装置の構成である。変調信号 A 伝送路推定部、変調信号 B 伝送路推定部動作は、実施の形態 1 で説明と同様である。

【0263】

変調信号C伝送路推定部1813は、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506を入力とし、図14の電波伝搬環境推定シンボル1401を用いて、変調信号Cの伝搬路を推定し、変調信号Cの伝送路推定信号1814を出力する。変調信号C伝送路推定部1815、1811についても同様に動作する。

【0264】

ここで、図16の送受信アンテナの関係があるとき、送信アンテナiから受信アンテナjへのチャネル変動を h_{ji} とあらわすと、受信アンテナjの受信信号を R_j とすると、時間iにおける送受信信号の関係式は次のようにあらわされる。

【0265】

【式6】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \\ R3(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(i) & h12(i) & h13(i) \\ h21(i) & h22(i) & h23(i) \\ h31(i) & h32(i) & h33(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2,i \\ S3,i \end{pmatrix}$$

【0266】

同様に、時間i+1において、次のような関係が成立する。

【式7】

$$\begin{pmatrix} R1(i+1) \\ R2(i+1) \\ R3(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(i+1) & h12(i+1) & h13(i+1) \\ h21(i+1) & h22(i+1) & h23(i+1) \\ h31(i+1) & h32(i+1) & h33(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1' \\ S2,i+1 \\ S3,i+1 \end{pmatrix}$$

実施の形態1と同様に、 $h11(i) \doteq h11(i+1)$ 、 $h12(i) \doteq h12(i+1)$ 、 $h13(i) \doteq h13(i+1)$ 、 $h21(i) \doteq h21(i+1)$ 、 $h22(i) \doteq h22(i+1)$ 、 $h23(i) \doteq h23(i+1)$ 、 $h31(i) \doteq h31(i+1)$ 、 $h32(i) \doteq h32(i+1)$ 、 $h33(i) \doteq h33(i+1)$ が成立する。

【0267】

(式6)の関係から、 $S1$ 、 $S2,i$ 、 $S3,i$ を得ることができ、また、(式7)の関係から $S1'$ 、 $S2,i+1$ 、 $S3,i+1$ を得ることができる。

【0268】

このとき、(式6)と(式7)の行列は、ほぼ等しい行列であるが、 $(S1, S2, i, S3, i)$ のベクトルと $(S1', S2, i+1, S3, i+1)$ のベクトルが異なるため、得られるデータの確からしさが異なることになる。

【0269】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間 i の検波を行い、 $(S1, S2, i, S3, i)$ を得る。

<2>時間 $i+1$ の検波を行い、 $(S1', S2, i+1, S3, i+1)$ を得る。

<3>時間 i および時間 $i+1$ の受信品質を比較する。

【0270】

時間 i の受信品質の方がよい場合、時間 i の検波で $(S1, S2, i, S3, i)$ のデータを得る。次に、時間 i の検波で得られた $S1$ から時間 $i+1$ の $S1'$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i+1, S3, i+1$ を得る。

【0271】

時間 $i+1$ の受信品質の方がよい場合、時間 $i+1$ の検波で $(S1', S2, i+1, S3, i+1)$ のデータを得る。次に、時間 $i+1$ の検波で得られた $S1'$ から時間 i の $S1$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i, S3, i$ を得る。

【0272】

図18の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525が得られる。

【0273】

このときの、図18の復調部523の詳細の構成が、図19のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0274】

図19において、信号1901は図18の508に、信号1902は図18の510に、信号1903は図18の1814に、信号1904は図18の506

に、信号1905は図18の518に、信号1906は図18の520に、信号1907は図18の1816に、信号1908は図18の516に、信号1909は図18の1808に、信号1910は図18の1810に、信号1911は図18の1812に、信号1912は図18の1806に相当する。

【0275】

ここで、図17の送信装置において、図14のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0276】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビット、変調方式Cから2ビットの計6ビットが送信可能である。つまり、000000, 000001, ..., 111111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、中位2ビットは変調信号B、下位2ビットは変調信号Cから送信された2ビットとする。

【0277】

ここでは、図18の復調部523の動作について説明する。

【0278】

図14の時間iにおいて、変調信号Aの伝送路推定信号508、変調信号Bの伝送路推定信号510、変調信号Cの伝送路推定信号1814を用いて、000000, 000001, ..., 111111の64個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。

【0279】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号506から、I-Q平面における受信状態（受信信号点）が求まる。

【0280】

次に、64個すべての信号点と受信信号点のI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット000000の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値X000000(i)を求める。同様に、送信ビット000001、..., 111111の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値X000001(i)、..., X111111(i)を求める。

【0281】

同様に、図14の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号518、変調信号Bの伝送路推定信号520、変調信号Cの伝送路推定信号1816を用いて、000000, 000001, ..., 111111の64個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。

【0282】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号516から、I-Q平面における受信状態（受信信号点）が求まる。

【0283】

次に、64個すべての信号点と受信信号点のI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット000000の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値 $Y_{000000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット000001、..., 111111の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値 $Y_{000001}(i)$ 、..., $Y_{111111}(i)$ を求める。

【0284】

同様に、図14の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号1808、変調信号Bの伝送路推定信号1810、変調信号Cの伝送路推定信号1812を用いて、000000, 000001, ..., 111111の64個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。

【0285】

そして、逆拡散後の受信直交ベースバンド信号1806から、I-Q平面における受信状態（受信信号点）が求まる。

【0286】

次に、64個すべての信号点と受信信号点のI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット000000の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値 $Z_{000000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット000001、..., 111111の信号点と受信信号点との例えば距離の2乗値 $Z_{000001}(i)$ 、..., $Z_{111111}(i)$ を求める。

【0287】

そして、 $X000000(i)$ と $Y000000(i)$ と $Z(000000)$ の和 $K000000(i) = X000000(i) + Y000000(i) + Z000000(i)$ を求める。同様に、 $K000001(i)$ 、 \dots 、 $K111111(i)$ を求める。

【0288】

同様に、時間 $i+1$ についても $K000000(i+1)$ 、 $K000001(i+1)$ 、 \dots 、 $K111111(i+1)$ を求める。

【0289】

次に、時間 i と時間 $i+1$ との受信データの確からしさの比較を行う。

【0290】

例えば、 $K000000(i)$ 、 $K000001(i)$ 、 \dots 、 $K111111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0291】

同様に、 $K000000(i+1)$ 、 $K000001(i+1)$ 、 \dots 、 $K111111(i+1)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i+1)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i+1)$ とする。

【0292】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ を求める。

【0293】

$R(i+1) > R(i)$ のとき、時間 i の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i)$ を与える6ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビット、時間 i に変調信号Bで送信されたデータ2ビットおよび変調信号Cで送信されたデータ2ビットが得られる。そして、変調信号Aで送信された2ビットが判定されているのを利用し、時間 $i+1$ に変調信号Bで送信された2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットを判定する。例えば、変調信号Aで送信された2ビットが00であるならば、 $K000000$

($i+1$)、K000001($i+1$)、K000010($i+1$)、K000011($i+1$)、K000100($i+1$)、K000101($i+1$)、K000110($i+1$)、K000111($i+1$)、K001000($i+1$)、K001001($i+1$)、K001010($i+1$)、K001011($i+1$)、K001100($i+1$)、K001101($i+1$)、K001110($i+1$)、K001111($i+1$)の16点の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号Bで送信された2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットを判定する。

【0294】

同様に、変調信号Aで送信された2ビットが01、10、11のときも同様にして、時間 $i+1$ に変調信号Bで送信された2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットを判定する。

【0295】

$R(i) > R(i+1)$ のとき、時間 $i+1$ の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i+1)$ を与える6ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビット、時間 $i+1$ に変調信号Bで送信されたデータ2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットが得られる。そして、変調信号Aで送信された2ビットが判定されているのを利用し、時間 i に変調信号Bで送信された2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットを判定する。例えば、変調信号Aで送信された2ビットが00であるならば、K000000(i)、K000001(i)、K000010(i)、K000011(i)、K000100(i)、K000101(i)、K000110(i)、K000111(i)、K001000(i)、K001001(i)、K001010(i)、K001011(i)、K001100(i)、K001101(i)、K001110(i)、K001111(i)の16点の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号Bで送信された2ビットおよび変調信号Cで送信された2ビットを判定する。

【0296】

同様に、変調信号Aで送信された2ビットが01、10、11のときも同様に

して、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットおよび変調信号 C で送信された 2 ビットを判定する。

【0297】

図 5 の復調部 523 の詳細の構成が図 19 である。

【0298】

図 19 の動作について説明する。

【0299】

図 19 の変調信号 A, B, C 復調部 1913 は、上記のように、時間 i および時間 $i+1$ において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 1914 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 1917 として、 $K00000(i)$ 、 \dots 、 $K111111(i)$ を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 1918 として $K000000(i+1)$ 、 \dots 、 $K111111(i+1)$ を出力する。そして、時間 i 、時間 $i+1$ いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 1915、変調信号 C の受信デジタル信号 1916 を出力する。

【0300】

変調信号 B、C 復調部 1919 は、第 1 の軟判定値信号 1917 である $K00000(i)$ 、 \dots 、 $K111111(i)$ と第 2 の軟判定値信号 1918 である $K000000(i+1)$ 、 \dots 、 $K111111(i+1)$ を入力とし、上記のように、時間 i と時間 $i+1$ の受信品質をもとに、変調信号 B、変調信号 C の復調を行い、1915 とは異なる時間の変調信号 B の受信デジタル信号 1920 および 1916 とは異なる時間の変調信号 C の受信デジタル信号 1921 を出力する。

【0301】

図 14 と異なるフレーム構成が図 20 である。図 20 は、時間 i と $i+n$ で符号化されている。このとき、 $h11(i) \doteq h11(i+n)$ 、 $h12(i) \doteq h12(i+n)$ 、 $h21(i) \doteq h21(i+n)$ 、 $h22(i) \doteq h22(i+n)$ の関係が成立するような n であれば、フレーム構成図 14 の実施の形態と同様に実施することができる。（つまり、時間 $i+1$ の動作を時間 $i+n$ の動

作として考えれば同様に実施することができる。)

【0302】

次に図14、図20とは異なるフレーム構成図15の動作について説明する。このとき、時間*i*と*j*とでは、時間がまったく異なるために電波伝搬環境が全くことなる状態であることが重要となる。

【0303】

時間*i*において、(式6)が成立する。同様に、時間*j*において、次のような関係が成立する。

【0304】

【式8】

$$\begin{pmatrix} R1(j) \\ R2(j) \\ R3(j) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(j) & h12(j) & h13(j) \\ h21(j) & h22(j) & h23(j) \\ h31(j) & h32(j) & h33(j) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2,j \\ S3,j \end{pmatrix}$$

このとき、 $h11(j)$ 、 $h12(j)$ 、 $h13(j)$ 、 $h21(j)$ 、 $h22(j)$ 、 $h23(j)$ 、 $h31(j)$ 、 $h32(j)$ 、 $h33(j)$ は、受信装置において、例えば、図15の電波伝搬環境推定シンボル801、802、1503を用いて推定する。このとき、時間*i*と*j*では、電波伝搬環境が異なるような時間であるため、 $h11(i) \neq h11(j)$ 、 $h12(i) \neq h12(j)$ 、 $h13(i) \neq h13(j)$ 、 $h21(i) \neq h21(j)$ 、 $h22(i) \neq h22(j)$ 、 $h23(i) \neq h23(j)$ 、 $h31(i) \neq h31(j)$ 、 $h32(i) \neq h32(j)$ 、 $h33(i) \neq h33(j)$ が成立する。したがって、時間*i*と*j*での受信品質は全く異なることになる。

【0305】

以上を考慮し、時間*i*と時間*j*のI-Q平面における信号点配置について説明する。

【0306】

I-Q平面における信号点配置の一例を示した図が図2である。図15のフレーム構成の際、時間*i*と*j*の信号点配置は、例えば、ともに図2(a)でもよいし、時間*i*では図2(a)、時間*j*では図2(b)のように異なっていてもち

らでもよい。これは、図14、図20のフレーム構成のときとは異なり、時間*i*と*j*とでは電波伝搬環境が異なるため、時間*i*と*j*で、特に、信号点配置を変えても、効果があらわれないからである。

【0307】

復号の手順、そのときの構成は、図14のフレーム構成の動作、および、そのときの受信装置の構成図18と同様に考えることができる。つまり、時間*i*+1の動作を時間*j*に置き換えて考えれば、同様に実施することができる。

【0308】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間*i*の検波を行い、(*S*1, *S*2, *i*, *S*3, *i*)を得る。

<2>時間*j*の検波を行い、(*S*1, *S*2, *j*, *S*3, *j*)を得る。

<3>時間*i*および時間*j*の受信品質を比較する。

【0309】

時間*i*の受信品質の方がよい場合、時間*i*の検波で(*S*1, *S*2, *i*, *S*3, *i*)のデータを得る。次に、時間*i*の検波で得られた*S*1から時間*j*の*S*1を推定し、その結果を利用し、*S*2, *j*, *S*3, *j*を得る。

【0310】

時間*j*の受信品質の方がよい場合、時間*j*の検波で(*S*1, *S*2, *j*, *S*3, *j*)のデータを得る。次に、時間*j*の検波で得られた*S*1から時間*i*の*S*1を推定し、その結果を利用し、*S*2, *i*, *S*3, *i*を得る。

【0311】

図18の復調部523では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525、変調信号Cの受信デジタル信号1817が得られる。

【0312】

このときの、図18の復調部523の詳細の構成が、図7のとおりであり、その動作は、図14のフレーム構成の時間*i*, *i*+1のときの時間*i*+1の動作を時間*j*の動作に置き換えれば同様に実施することができる。

【0313】

次に、図14、図15、図20のフレーム構成とは異なる図21のフレーム構成における動作について詳しく説明する。

【0314】

図21は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例である。このとき、変調信号Aでは、時間 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ において同一の情報を送信する。そして、 $S1, i$ の信号点配置は、例えば、図2の(a)とする。そして、 $S1, i'$ の信号点配置は、図2(b)とする。そして、 $S1, i''$ の信号点配置は、図2(c)とする。 $S1, i'''$ の信号点配置は、図2(a)(b)(c)とは異なる配置とする。このように、変調信号Aにおいて、時間 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ において、同一情報を異なる信号点配置で送信する。(ただし、必ずしも異なる信号点配置とする必要はない。しかし、異なる信号点配置で送信すると、時間 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ の受信品質が異なるようになる可能性が高くなるという効果がある。)

【0315】

変調信号Bでは、時間 i 、 $i+1$ で同一の情報を送信する。そして、時間 $i+2$ 、 $i+3$ で同一の情報を送信する。

【0316】

時間 i では $S2, i$ の情報を、例えば、図2(a)の信号点配置で送信する。時間 $i+1$ では $S2, i'$ の情報を図2(b)の信号点配置で送信する。

【0317】

同様に、時間 $i+2$ では $S2, i+2$ の情報を図2(a)の信号点配置で送信する。時間 $i+3$ では $S2, i+2'$ の情報を図2(b)の信号点配置で送信する。

【0318】

変調信号Cでは、時間 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ において、異なる情報を送信する。このとき、信号点配置は図2(a)となる。

【0319】

以上のように、変調信号Aでは4回同一情報を送信しているが、変調信号Bで

は2回同一の情報を送信している。このように、変調信号Aと変調信号Bで同一の情報を送信する回数をかえることで、変調信号Aを復調し、次に、変調信号Bを復調し、次に、変調信号Cを復調するというような復調操作が可能となり、これにより、受信品質が向上し、また、データの伝送速度が向上することになる。

【0320】

そのときの、送信装置の構成は、図22に示すとおりである。このとき、変調信号A、変調方式Cの送信については、図17の説明と同様である。図17と異なる点は、変調信号Bはで符号化を行っている点であり、符号化部2201は、変調信号Bの送信デジタル信号313、フレーム構成信号324を入力とし、図21のフレーム構成にしたがって符号化し、符号化された変調方式Bの送信デジタル信号2202を出力する。

【0321】

次に、受信装置の構成および動作について説明する。

【0322】

図18は、本実施の形態における受信装置の構成である。そして、復調部523、変調信号A、変調信号B、変調信号Cを復調し、変調信号Aの受信デジタル信号524、変調信号Bの受信デジタル信号525、変調信号Cの受信デジタル信号1817を出力する。そのときの動作を図23を用いて説明する。

【0323】

図23は、図18の復調部523の構成を示している。変調信号A復調部2301は、図21のフレーム構成における時間*i*、*i*+1、*i*+2、*i*+3における変調信号を用いて、変調信号Aの復調を行い、変調信号Aの受信デジタル2302を、また、時間*i*の軟判定値信号を第1の軟判定値信号2303として、時間*i*+1の軟判定値信号を第2の軟判定値信号2304として、時間*i*+2の軟判定値信号を第3の軟判定値信号2305として、時間*i*+3の軟判定値信号を第4の軟判定値信号2306として出力する。

【0324】

次に、変調信号B復調部2307は、第1の軟判定値信号2303、第2の軟判定値信号2304、第3の軟判定値信号2305、第4の軟判定値信号230

6、変調信号Aの受信デジタル信号2302を入力とし、変調信号Aの受信デジタル信号2302の結果を利用し、第1の軟判定値信号2303、第2の軟判定値信号2304を用いて、図21の変調信号Bの時間 i 、 $i+1$ で送信された情報 $S2, i$ ($S2, i'$)を復調する。また、変調信号Aの受信デジタル信号2302の結果を利用し、第3の軟判定値信号2305、第4の軟判定値信号2306を用いて、図21の変調信号Bの時間 $i+2$ 、 $i+3$ で送信された情報 $S2, i+2$ ($S2, i+2'$)を復調する。そして、これらの復調した結果を変調信号Bの受信デジタル信号2308として出力する。

【0325】

変調信号C復調部2313は、第1の軟判定値信号2309、第2の軟判定値信号2310、第3の軟判定値信号2311、第4の軟判定値信号2312、変調信号Aの受信デジタル信号2302、変調信号Bの受信デジタル信号2308を入力とし、変調信号Aの受信デジタル信号2302、変調信号Bの受信デジタル信号2308を利用し、第1の軟判定値信号2309を用いて、時間 i の変調信号Cから送信された情報を復調する。同様に、変調信号Aの受信デジタル信号2302、変調信号Bの受信デジタル信号2308を利用し、第2の軟判定値信号2310を用いて、時間 $i+1$ の変調信号Cから送信された情報を復調する。また、変調信号Aの受信デジタル信号2302、変調信号Bの受信デジタル信号2308を利用し、第3の軟判定値信号2311を用いて、時間 $i+2$ の変調信号Cから送信された情報を復調する。そして、変調信号Aの受信デジタル信号2302、変調信号Bの受信デジタル信号2308を利用し、第4の軟判定値信号2312を用いて、時間 $i+3$ の変調信号Cから送信された情報を復調する。

【0326】

図24は、図21と異なるフレーム構成である。図24は、時間 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ で符号化されている。このとき、 $h11(i) \div h11(i+n) \div h11(i+2n) \div h11(i+3n)$ 、 $h12(i) \div h12(i+n) \div h12(i+2n) \div h12(i+3n)$ 、 $h13(i) \div h13(i+n) \div h13(i+2n) \div h13(i+3n)$ 、 $h21(i) \div h21(i+n)$

$\div h_{21}(i+2n) \div h_{21}(i+3n)$ 、 $h_{22}(i) \div h_{22}(i+n)$
 $\div h_{22}(i+2n) \div h_{22}(i+3n)$ 、 $h_{23}(i) \div h_{23}(i+n)$
 $\div h_{23}(i+2n) \div h_{23}(i+3n)$ 、 $h_{31}(i) \div h_{31}(i+n)$
 $\div h_{31}(i+2n) \div h_{31}(i+3n)$ 、 $h_{32}(i) \div h_{32}(i+n)$
 $\div h_{32}(i+2n) \div h_{32}(i+3n)$ 、 $h_{33}(i) \div h_{33}(i+n)$
 $\div h_{33}(i+2n) \div h_{33}(i+3n)$ の関係が成立するような n であれば、フレーム構成図 21 の実施の形態と同様に実施することができる。(つまり、図 21 の時間 $i+1$ の動作を図 24 の時間 $i+n$ の動作、図 21 の時間 $i+2$ の動作を図 24 の時間 $i+2n$ の動作、図 21 の時間 $i+3$ の動作を図 24 の時間 $i+3n$ の動作と考えれば、図 21 のフレーム構成の説明と同様に実施することができる。)

【0327】

図 25 は、図 21、図 24 と異なるフレーム構成である。図 25 は、時間 i 、 j 、 k 、 m で符号化されている。このとき、 $h_{11}(i) \neq h_{11}(j) \neq h_{11}(k) \neq h_{11}(m)$ 、 $h_{12}(i) \neq h_{12}(j) \neq h_{12}(k) \neq h_{12}(m)$ 、 $h_{13}(i) \neq h_{13}(j) \neq h_{13}(k) \neq h_{13}(m)$ 、 $h_{21}(i) \neq h_{21}(j) \neq h_{21}(k) \neq h_{21}(m)$ 、 $h_{22}(i) \neq h_{22}(j) \neq h_{22}(k) \neq h_{22}(m)$ 、 $h_{23}(i) \neq h_{23}(j) \neq h_{23}(k) \neq h_{23}(m)$ 、 $h_{31}(i) \neq h_{31}(j) \neq h_{31}(k) \neq h_{31}(m)$ 、 $h_{32}(i) \neq h_{32}(j) \neq h_{32}(k) \neq h_{32}(m)$ 、 $h_{33}(i) \neq h_{33}(j) \neq h_{33}(k) \neq h_{33}(m)$ の関係が成立する。そして、図 21 の時間 $i+1$ の動作を図 25 の時間 j の動作、図 21 の時間 $i+2$ の動作を図 25 の時間 k の動作、図 21 の時間 $i+3$ の動作を図 25 の時間 m の動作と考えれば、図 21 のフレーム構成の説明と同様に実施することができる。ただし、図 25 のフレーム構成において、時間 j の電波伝搬環境を推定するためのシンボルは、電波伝搬環境推定シンボル 2101、2106、2111 とは別に必要となる。同様に、時間 k の電波伝搬環境を推定するためのシンボルは、電波伝搬環境推定シンボル 2101、2106、2111 とは別に必要となる。そして、時間 m の電波伝搬環境を推定するためのシンボルは、電波伝搬環境推定シンボル 2101

、2106、2111とは別に必要となる。

【0328】

以上のように、変調信号Aにおいて同一データの変調信号を複数回送信し、複数回の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号B、変調信号Cを復調することで、データの品質が向上し、変調信号A、変調信号Bにより、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0329】

または、変調信号Aおよび変調信号Bにおいて同一データの変調信号を複数回送信し、変調信号Aの同一データの送信回数を変調信号Bの同一データの送信回数より多くし、変調信号Aの復調を行い、変調信号Aの復調結果に基づいて、変調信号Bの復調を行い、変調信号Aおよび変調信号Bの復調結果に基づいて、変調信号Cの復調を行うことで、データの品質が向上し、また、変調信号A、変調信号B、変調信号Cにより、データを送信しているため、データの伝送品質が向上するという効果が得られる。

【0330】

以上の説明において、送信装置の構成は、図17、図22の構成に限ったものではない。また、受信装置の構成は、図18の構成に限ったものではなく、復調部の構成は、図19、図23の構成に限ったものではない。例えば、本実施の形態におけるアンテナは、複数のアンテナにより一つのアンテナを構成していてもよい。また、アンテナ数は、変調信号数より多くても同様に実施することができる。

【0331】

そして、ここでは、変調信号を3種類送信するフレーム構成について説明したが、 n ($n \geq 4$) 個の異なる変調信号を送信する場合も考えることができる。このとき、 n 種類の変調信号の中で、データを複数回送信する変調信号が存在していれば、同様に実施することができる。

【0332】

また、フレーム構成は、図14、図15、図20、図21、図24、図25の

構成に限ったものではなく、同一のデータを送信する変調信号が存在していれば同様に実施することができる。よって、本実施の形態において、変調信号 A において同一データを 2 回送信するフレーム構成、4 回送信するフレーム構成について、変調信号 B では同一データを 2 回送信するフレーム構成で説明したが、これに限ったものではなく、4、5、・・・n 回送信するフレーム構成においても同様に実施することができる。

【0333】

そして、本実施の形態では、スペクトル拡散方式を用いたときを例に説明したが、これに限ったものではなく、スペクトル拡散を行わないシングルキャリア方式においても同様に実施することができる。このとき、送信装置は拡散部が省略された構成となり、受信装置は逆拡散部が省略された構成をとることになる。また、OFDM 方式を例とするマルチキャリア方式においても各キャリアにおいて本実施の符号化を施すことができる。このとき、例えば、OFDM 方式を用いた場合、送信装置では OFDM 方式を用いた変調信号を生成するために逆フーリエ変換部が挿入され、受信装置では OFDM 方式を用いた信号のためにフーリエ変換部が挿入されることになる。また、本実施の形態は、変調信号 A と変調信号 B、変調信号 C の符号化を時間軸に対して行った。つまり、本実施の形態の例では、変調信号 A において、異なる時間に同一のデータの変調信号を送信している。しかし、本実施の符号化は、特に、OFDM 方式を例とするマルチキャリア方式を用いた場合、周波数軸に対し、符号化を施すことができる。つまり、変調信号 A において、異なるキャリアに複数同一のデータのためのシンボルを配置すればよい。

【0334】

加えて、本実施の形態において、変調信号 A の受信品質を向上させることで変調信号 B および変調信号 C の受信品質が向上することになり、また、変調信号 B の受信品質を向上させることで、変調信号 C の受信品質が向上することになる。このように受信品質をさらに向上させるために、変調信号 A、変調信号 B に対し、ブロック符号、ビタビ符号やターボ符号などの畳み込み符号、LDPC (Low-Density Parity-Check) 符号などの符号化を施し、受信品質を向上させて、その

結果、変調信号B、変調信号Cの受信品質を向上させることができる。

【0335】

また、アンテナ3本から3つの変調信号を送信する構成を例に説明したが、アンテナn本からn個の変調信号を送信するフレーム構成において、n個の変調信号のうち第1変調信号から、同一のデータを複数回、異なる周波数、あるいは、異なる時間を用いて送信するフレーム構成でも同様に実施することができる。

【0336】

本実施の形態において受信品質を求めるための計算式として、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) / S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) / S(j)$ 、 $R(k) = F(k) / S(k)$ で求めているが、これに限ったものではなく、 $R(i) = F(i) - S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) - S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) - S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) - S(j)$ 、 $R(k) = F(k) - S(k)$ と求めても同様に受信品質のためのパラメータとなる。ただし、上述の説明した際の大小関係は逆となる。つまり、 $R(i)$ が大きい方が受信品質はよいことになる。

【0337】

以上により、変調信号Aにおいて同一データの変調信号を複数回送信し、複数回の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号B、変調信号Cを復調することで、データの品質が向上し、変調信号A、変調信号B、変調信号Cにより、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0338】

(実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態1、実施の形態2においてOFDM方式を用いた場合について説明する。

【0339】

図26は、本実施の形態における送信装置の構成の一例を示している。符号化部2602は、変調信号Aの送信デジタル信号2601、フレーム構成信号2

624を入力とし、符号化後の送信デジタル信号2603を出力する。

【0340】

変調部2625は、符号化後の送信デジタル信号2603、フレーム構成信号2624を入力とし、フレーム構成信号2624にしたがった送信直交ベースバンド信号2626を出力する。

【0341】

シリアルパラレル変換部2604は、送信直交ベースバンド信号2626、フレーム構成信号2624を入力とし、パラレル信号2605を出力する。

【0342】

逆フーリエ変換部2606は、パラレル信号2605を入力とし、逆フーリエ変換後の信号2607を出力する。

【0343】

無線部2608は、逆フーリエ変換後の信号2607を入力とし、変調信号2609を出力し、電力増幅器2610で増幅し、増幅された変調信号2611がアンテナ2612から電波として出力される。

【0344】

変調部2627は、変調信号Bの送信デジタル信号2613、フレーム構成信号2624を入力とし、送信直交ベースバンド信号2628を出力する。

【0345】

シリアルパラレル変換部2614は、送信直交ベースバンド信号2628を入力とし、パラレル信号2615を出力する。

【0346】

逆フーリエ変換部2616は、パラレル信号2615を入力とし、逆フーリエ変換後の信号2617を出力する。

【0347】

無線部2618は、逆フーリエ変換後の信号2617を入力とし、変調信号2619を出力し、電力増幅器2620で増幅し、増幅された変調信号2621がアンテナ2622から電波として出力される。

【0348】

図 27 は、本実施の形態における受信装置の構成の一例を示しており、無線部 2703 は、アンテナ 2701 で受信した受信信号 2702 を入力とし、受信直交ベースバンド信号 2704 を出力する。

【0349】

フーリエ変換部 2705 は、受信直交ベースバンド信号 2704 を入力とし、フーリエ変換後の信号 2706 を出力する。

【0350】

変調信号 A 伝送路推定部 2707 は、フーリエ変換後の信号 2706 を入力とし、変調信号 A の伝送路推定信号群 2708 を出力する。

【0351】

変調信号 B 伝送路推定部 2709 は、フーリエ変換後の信号 2706 を入力とし、変調信号 B の伝送路推定信号群 2710 を出力する。

【0352】

無線部 2713 は、アンテナ 2711 で受信した受信信号 2712 を入力とし、受信直交ベースバンド信号 2714 を出力する。

【0353】

フーリエ変換部 2715 は、受信直交ベースバンド信号 2714 を入力とし、フーリエ変換後の信号 2716 を出力する。

【0354】

変調信号 A 伝送路推定部 2717 は、フーリエ変換後の信号 2716 を入力とし、変調信号 A の伝送路推定信号群 2718 を出力する。

【0355】

変調信号 B 伝送路推定部 2719 は、フーリエ変換後の信号 2716 を入力とし、変調信号 B の伝送路推定信号群 2720 を出力する。

【0356】

復調部 2721 は、変調信号 A の伝送路推定信号群 2708、2718、変調信号 B の伝送路推定信号群 2710、2720、フーリエ変換後の信号 2706、2716 を入力とし、変調信号 A の受信デジタル信号 2722、変調信号 B の受信デジタル信号 2723 を出力する。

【0357】

図28は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルであり、時間軸で符号化している。

【0358】

変調信号Aの時間 i 、 $i+1$ 、キャリア1、変調信号Bの時間 i 、 $i+1$ 、キャリア1で符号化しているときを示している。

【0359】

変調信号A、キャリア1、時間 i では $S1$ 、時間 $i+1$ では $S1'$ を送信しており、同一の情報を送信している。

【0360】

変調信号B、キャリア1、時間 i では $S2$ 、 i 、時間 $i+1$ では $S2$ 、 $i+1$ を送信しており、異なる情報である。

【0361】

図29は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図28と同様に動作するものについては同一符号を付した。このとき、周波数軸で符号化している。

【0362】

変調信号Aの時間 i 、キャリア1、キャリア2、変調信号Bの時間 i 、キャリア1、キャリア2で符号化しているときを示している。

【0363】

変調信号A、キャリア1、時間 i では $S1$ 、キャリア2、時間 i では $S1'$ を送信しており、同一の情報を送信している。

【0364】

変調信号B、キャリア1、時間 i では $S2$ 、 i 、1、キャリア2、時間 i では $S2$ 、 i 、2を送信しており、異なる情報である。

【0365】

図30は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図28と同様に動作するものについては同一符号を付した。このとき、時間軸で符号化し

ている。

【0366】

変調信号Aのキャリア1、時間*i*、時間*i+n*、変調信号Bのキャリア1、時間*i*、時間*i+n*で符号化しているときを示している。

【0367】

変調信号A、キャリア1、時間*i*ではS1、キャリア1、時間*i+n*ではS1'を送信しており、同一の情報を送信している。

【0368】

変調信号B、キャリア1、時間*i*ではS2、*i*、キャリア1、時間*i+n*ではS2、*i+n*を送信しており、異なる情報である。

【0369】

図31は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図28と同様に動作するものについては同一符号を付した。このとき、周波数軸で符号化している。

【0370】

変調信号Aのキャリア1、時間*i*、キャリア1+n、時間*i*、変調信号Bのキャリア1、時間*i*、キャリア1+n、時間*i*で符号化しているときを示している。

【0371】

変調信号A、キャリア1、時間*i*ではS1、キャリア1+n、時間*i*ではS1'を送信しており、同一の情報を送信している。

【0372】

変調信号B、キャリア1、時間*i*ではS2、*i*、1、キャリア1+n、時間*i*ではS2、*i*、2を送信しており、異なる情報である。

【0373】

図32は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図28と同様に動作するものについては同一符号を付した。このとき、時間軸で符号化している。

【0374】

変調信号Aのキャリア1、時間i、キャリア1、時間j、変調信号Bのキャリア1、時間i、キャリア1、時間jで符号化しているときを示している。

【0375】

変調信号A、キャリア1、時間iではS1、キャリア1、時間jではS1'を送信しており、同一の情報を送信している。

【0376】

変調信号B、キャリア1、時間iではS2, i, 1、キャリア1、時間jではS2, i+nを送信しており、異なる情報である。

【0377】

図33は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示しており、図28と同様に動作するものについては同一符号を付した。このとき、周波数軸で符号化している。

【0378】

変調信号Aのキャリア1、時間i、キャリアj、時間i、変調信号Bのキャリア1、時間i、キャリアj、時間iで符号化しているときを示している。

【0379】

変調信号A、キャリア1、時間iではS1、キャリアj、時間iではS1'を送信しており、同一の情報を送信している。

【0380】

変調信号B、キャリア1、時間iではS2, i, 1、キャリアj、時間iではS2, i, jを送信しており、異なる情報である。

【0381】

図34は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルである。キャリア1において、時間i、時間i+1、時間i+2で符号化が施されている。変調信号Aでは、時間i、時間i+1、時間i+2において、同一の情報を、例えば、異なる信号点配置でS1の情報を送信する。つまり、時間iでは情報S1を、時間i+1ではS1'を、時間i+2ではS1''を送信する。

【0382】

変調信号Bでは、時間 i 、時間 $i+1$ 、時間 $i+2$ において、異なる情報を送信する。つまり、時間 i では $S_{2,i}$ 、時間 $i+1$ では $S_{2,i+1}$ 、時間 $i+2$ では $S_{2,i+2}$ を送信する。

【0383】

図35は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルを示している。時間 i において、キャリア1、キャリア2、キャリア3で符号化が施されている。変調信号Aでは、時間 i のキャリア1、キャリア2、キャリア3において、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S_1 の情報を送信する。つまり、キャリア1では情報 S_1 を、キャリア2では S_1' を、キャリア3では S_1'' を送信する。

【0384】

変調信号Bでは、キャリア1、キャリア2、キャリア3において、異なる情報を送信する。つまり、キャリア1では $S_{2,i,1}$ 、キャリア2では $S_{2,i,2}$ 、キャリア3では $S_{2,i,3}$ を送信する。

【0385】

図36は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルを示している。時間 i 、時間 j 、時間 k で符号化が施されている。変調信号Aでは、時間 i 、時間 j 、時間 k において、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S_1 の情報を送信する。（同一の信号点配置でもよい）つまり、時間 i では情報 S_1 を、時間 j では S_1' を、時間 k では S_1'' を送信する。

【0386】

変調信号Bでは、時間 i 、時間 j 、時間 k において、異なる情報を送信する。つまり、時間 i では $S_{2,i}$ 、時間 j では $S_{2,j}$ 、時間 k では $S_{2,k}$ を送信する。

【0387】

図37は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルを示している。時間 i のキャリア i 、キャリア j 、キャリア k で符号化が施されている。変調信号Aで

は、キャリア i 、キャリア j 、キャリア k において、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で $S1$ の情報を送信する。(同一の信号点配置でもよい) つまり、キャリア i では情報 $S1$ を、キャリア j では $S1'$ を、キャリア k では $S1''$ を送信する。

【0388】

変調信号 B では、キャリア i 、キャリア j 、キャリア k において、異なる情報を送信する。つまり、キャリア i では $S2_i$ 、キャリア j では $S2_j$ 、キャリア k では $S2_k$ を送信する。

【0389】

図 38 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。時間 i 、時間 $i+1$ で符号化が施されている。変調信号 A では、キャリア 1 において時間 i 、時間 $i+1$ で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で $S1$ の情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 $S1$ を、キャリア 1、時間 $i+1$ では $S1'$ を送信する。

【0390】

変調信号 B では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 $i+1$ で異なる情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i で $S2_i$ 、キャリア 1、時間 $i+1$ で $S2_{i+1}$ を送信する。

【0391】

変調信号 C では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 $i+1$ で異なる情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i で $S3_i$ 、キャリア 1、時間 $i+1$ で $S3_{i+1}$ を送信する。

【0392】

図 39 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。時間 i のキャリア 1、キャリア 2 で符号化が施されている。変調信号 A では、時間 i においてキャリア 1、キャリア 2 で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で $S1$ の情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア 1 では情報 $S1$ を、時間 i 、キ

キャリア 2 では $S1'$ を送信する。

【0393】

変調信号 B では、時間 i において、キャリア 1、キャリア 2 で異なる情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア 1 で $S2, 1$ 、時間 i 、キャリア 2 で $S2, 2$ を送信する。

【0394】

変調信号 C では、時間 i において、キャリア 1、キャリア 2 で異なる情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア 1 で $S3, 1$ 、時間 i 、キャリア 2 で $S3, 2$ を送信する。

【0395】

図 40 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。時間 i 、時間 j で符号化が施されている。変調信号 A では、キャリア 1 において時間 i 、時間 j で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で $S1$ の情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 $S1$ を、キャリア 1、時間 j では $S1'$ を送信する。

【0396】

変調信号 B では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 j で異なる情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i で $S2, i$ 、キャリア 1、時間 j で $S2, j$ を送信する。

【0397】

変調信号 C では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 j で異なる情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i で $S3, i$ 、キャリア 1、時間 j で $S3, j$ を送信する。

【0398】

図 41 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。時間 i のキャリア i 、キャリア j で符号化が施されている。変調信号 A では、時間 i においてキャリア i 、キャリア j で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S

1 の情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア i では情報 S_1 を、時間 i 、キャリア j では S_1' を送信する。

【0399】

変調信号 B では、時間 i において、キャリア i 、キャリア j で異なる情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア 1 で S_2 、 i 、時間 i 、キャリア j で S_2 、 j を送信する。

【0400】

変調信号 C では、時間 i において、キャリア i 、キャリア j で異なる情報を送信する。つまり、時間 i 、キャリア i で S_3 、 i 、時間 i 、キャリア j で S_3 、 j を送信する。

【0401】

図 42 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。キャリア 1 において、時間 i 、時間 $i+1$ 、時間 $i+2$ 、時間 $i+3$ で符号化が施されている。変調信号 A では、キャリア 1 において時間 i 、時間 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S_1 の情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 S_1 を、キャリア 1、時間 $i+1$ では S_1' 、キャリア 1、時間 $i+2$ では S_1'' 、キャリア 1、時間 $i+3$ では S_1''' を送信する。

【0402】

変調信号 B では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 $i+1$ で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S_2 、 i の情報を送信し、また、時間 $i+2$ 、時間 $i+3$ で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S_2 、 $i+2$ の情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 S_2 、 i を、キャリア 1、時間 $i+1$ では S_2 、 i' 、キャリア 1、時間 $i+2$ では S_2 、 $i+2$ 、キャリア 1、時間 $i+3$ では S_2 、 $i+2'$ を送信する。

【0403】

変調信号 C では、キャリア 1 において、時間 i 、時間 $i+1$ 、時間 $i+2$ 、時間 $i+3$ で異なる情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 S_3 、

i を、キャリア 1、時間 i + 1 では S 3, i + 1、キャリア 1、時間 i + 2 では S 3, i + 2、キャリア 1、時間 i + 3 では S 3, i + 3 を送信する。

【0404】

図 4 3 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。時間 i のキャリア 1、キャリア 2、キャリア 3、キャリア 4 で符号化が施されている。変調信号 A では、時間 i においてキャリア 1、キャリア 2、キャリア 3、キャリア 4 で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S 1 の情報を送信する。つまり、時間 i、キャリア 1 では情報 S 1 を、時間 i、キャリア 2 では S 1' を、時間 i、キャリア 3 では情報 S 1'' を、時間 i、キャリア 4 では S 1''' を送信する。

【0405】

変調信号 B では、時間 i において、キャリア 1、キャリア 2 で同一の情報を、キャリア 3、キャリア 3、キャリア 4 で同一の情報を送信する。つまり、時間 i、キャリア 1 で S 2, 1、時間 i、キャリア 2 で S 2, 1' を、時間 i、キャリア 3 で S 2, 3、時間 i、キャリア 4 で S 2, 3' を送信する。

【0406】

変調信号 C では、時間 i において、キャリア 1、キャリア 2、キャリア 3、キャリア 4 で異なる情報を送信する。つまり、時間 i、キャリア 1 で S 3, 1、時間 i、キャリア 2 で S 3, 2、時間 i、キャリア 3 で S 3, 3、時間 i、キャリア 4 で S 3, 4 を送信する。

【0407】

図 4 4 は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801 は電波伝搬環境推定シンボル、2802 はデータシンボルを示している。キャリア 1 において、時間 i、時間 j、時間 k、時間 m で符号化が施されている。変調信号 A では、キャリア 1 において時間 i、時間 j、時間 k、時間 m で、同一の情報を、例えば異なる信号点配置で S 1 の情報を送信する。つまり、キャリア 1、時間 i では情報 S 1 を、キャリア 1、時間 j では S 1'、キャリア 1、時間 k では S 1''、キャリア 1、時間 m では S 1''' を送信する。

【0408】

変調信号Bでは、キャリア1において、時間i、時間jで、同一の情報を、例えば異なる信号点配置でS2, iの情報を送信し、また、時間k、時間mで、同一の情報を、例えば異なる信号点配置でS2, kの情報を送信する。つまり、キャリア1、時間iでは情報S2, iを、キャリア1、時間jではS2, i'、キャリア1、時間kではS2, k、キャリア1、時間mではS2, k'を送信する。

【0409】

変調信号Cでは、キャリア1において、時間i、時間j、時間k、時間mで異なる情報を送信する。つまり、キャリア1、時間iでは情報S3, iを、キャリア1、時間jではS3, j、キャリア1、時間kではS3, k、キャリア1、時間mではS3, mを送信する。

【0410】

図45は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示している。2801は電波伝搬環境推定シンボル、2802はデータシンボルを示している。時間iのキャリア1、キャリアj、キャリアk、キャリアmで符号化が施されている。変調信号Aでは、時間iにおいてキャリアi、キャリアj、キャリアk、キャリアmで、同一の情報を、例えば異なる信号点配置でS1の情報を送信する。つまり、時間i、キャリアiでは情報S1を、時間i、キャリアjではS1'を、時間i、キャリアkでは情報S1''を、時間i、キャリアmではS1'''を送信する。

【0411】

変調信号Bでは、時間iにおいて、キャリアi、キャリアjで同一の情報を、キャリア3キャリアk、キャリアmで同一の情報を送信する。つまり、時間i、キャリアiでS2, i、時間i、キャリアjでS2, i'を、時間i、キャリアkでS2, k、時間i、キャリアmでS2, k'を送信する。

【0412】

変調信号Cでは、時間iにおいて、キャリアi、キャリアj、キャリアk、キャリアmで異なる情報を送信する。つまり、時間i、キャリアiでS3, i、時

間 i 、キャリア j で S_3 , j 、時間 i 、キャリア k で S_3 , k 、時間 i 、キャリア m で S_3 , m を送信する。

【0413】

以上、図 1、図 2、図 4、図 13、図 24、図 26、図 27、図 28、図 29、図 30、図 31、図 32、図 33、図 34、図 35、図 36、図 37、図 38、図 39、図 40、図 41、図 42、図 43、図 44、図 45 を用いて、本実施の形態における通信方法、送信装置および受信装置の動作について詳しく説明する。

【0414】

図 28 は、図 26 の送信装置が送信する変調信号 A、変調信号 B のフレーム構成の一例を示している。そして、図 26 における変調信号 A 送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図 28 の変調信号 A フレーム構成である。また、図 26 における変調信号 B 送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図 28 の変調信号 B フレーム構成である。

【0415】

図 28 のフレーム構成の特徴は、変調信号 A では、キャリア 1、時間 i では S_1 、時間 $i+1$ では S_1' を送信しており、同一の情報であり、変調信号 B では、キャリア 1、時間 i では S_2 , i 、時間 $i+1$ では S_2 , $i+1$ を送信しており、異なる情報である点である。

【0416】

S_1 、 S_1' の I-Q 平面における信号点配置を示した図が図 2 である。変調方式は QPSK である。例えば、図 28 において、時間 i で S_1 の情報として $(0, 0)$ を送信したとする。このとき信号点は、図 2 (a) のとおりである。そして、時間 $i+1$ では情報として $(0, 0)$ を、例えば、図 2 (b) のとおりに送信する。 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$ についても同様である。ただし、時間 $i+1$ の信号点配置は、図 2 (b) に限ったものではなく、図 2 (c) で送信してもよい。このように、時間 i と $i+1$ で、同一の情報を異なる信号点配置で送信する。

【0417】

以上のようにすることで、キャリア 1 に着目すると、受信装置で、時間 i において変調信号 A、変調信号 B の復調の精度と、時間 $i + 1$ において変調信号の信号点配置が変わるため、変調信号 A と変調信号 B の復調の精度が異なる。そして、復調の精度のよい時間で変調信号 A を復調し、その結果を利用して変調信号 B の復調を行うことで、変調信号 B の復調の精度が向上し、データの受信品質が向上する。

【0418】

そのときの、送信装置の構成は、図 26 に示すとおりである。フレーム構成信号生成部 2623 は、図 28 のフレーム構成の情報をフレーム構成信号 2624 として出力する。

【0419】

符号化部 2602 は、送信デジタル信号 2601、フレーム構成信号 2624 を入力とし、図 28 の変調信号 A のフレーム構成のように符号化し、符号化後のデジタル信号 2603 を出力する。

【0420】

変調部 2625 は、符号化後のデジタル信号 2603、フレーム構成信号 2624 を入力とし、図 28 の変調信号 A のフレーム構成にしたがった送信直交ベースバンド信号 2626 を出力する。変調部 2625 の構成の詳細を示した図が、図 4 である。

【0421】

図 4 において、マッピング部 X 402 は、図 2 (a) のように信号点をマッピングする。そして、マッピング部 Y 404 は、図 2 (b)、あるいは、図 2 (c) でマッピングを行う。

【0422】

例えば、図 28 のフレーム構成における、キャリア 1 に着目したとき、フレーム構成信号 2624 が変調信号 A、キャリア 1、時間 i のシンボルを示しているとき、マッピング部 X 402 は、入力されたデジタル信号に対し、マッピングを施し、第 1 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 403 を出力する。

【0423】

そして、フレーム構成信号 2624 が変調信号 A、キャリア 1、時間 $i+1$ のシンボルを示しているとき、マッピング部 Y404 は、入力されたデジタル信号に対し、マッピングを施し、第 2 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 405 を出力する。

【0424】

信号選択部 407 は、第 1 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 403、第 2 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 405、フレーム構成信号 406 を入力とし、フレーム構成信号 406 の示している方の信号を選択し、選択された送信直交ベースバンド信号 408 を出力する。

【0425】

上述の説明において、図 28 のフレーム構成、つまり、時間 i と時間 $i+1$ で符号化した場合を例に説明したが、図 30 のように、時間 i と $i+n$ で符号化されている場合にも同様に実施することができる。つまり、上述の説明で、時間 $i+1$ の動作を時間 $i+n$ の動作として考えれば同様に実施することができる。また、キャリア 1 に着目して説明したが、キャリア 1 以外のキャリアについても同様の符号化を施しても、同様に実施することができる。

【0426】

次に、受信装置の構成について説明する。

【0427】

図 27 は、本実施の形態における受信装置の構成である。図 27 の受信アンテナ 2701 は図 1 のアンテナ 109 に相当し、受信アンテナ 2711 は図 1 のアンテナ 110 に相当するものとする。

【0428】

以下では、キャリア 1 の動作を例に説明する。図 27 の変調信号 A 伝送路推定部 2707 は、図 28 の変調信号 A、キャリア 1、時間 i の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて、キャリア 1 のチャネル変動 $h_{11}(t)$ を求める。ただし、 t は時間とする。同様に、変調信号 B 伝送路推定部 2709 は、図 28 の変調信号 B、キャリア 1、時間 i の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて、キャリア 1 のチャネル変動 $h_{12}(t)$ を求める。変調信号 A 伝送路推定部 2

717は、図28の変調信号A、キャリア1、時間*i*の電波伝搬環境推定シンボル2801を用いて、キャリア1のチャネル変動 $h_{21}(t)$ を求める。ただし、*t*は時間とする。同様に、変調信号B伝送路推定部2719は、図28の変調信号B、キャリア1、時間*i*の電波伝搬環境推定シンボル2801を用いて、キャリア1のチャネル変動 $h_{22}(t)$ を求める。

【0429】

そして、時間*i*において、受信アンテナ2701で受信したキャリア1の信号を $R_1(i)$ 、受信アンテナ2711で受信したキャリア1の信号を $R_2(i)$ とすると、(式1)が成立する。同様に、時間*i*+1において、(式2)が成立する。

【0430】

ここで、 $h_{11}(i) \doteq h_{11}(i+1)$ 、 $h_{12}(i) \doteq h_{12}(i+1)$ 、 $h_{21}(i) \doteq h_{21}(i+1)$ 、 $h_{22}(i) \doteq h_{22}(i+1)$ が成立する。

【0431】

(式1)の関係から、 S_1 、 S_2 、*i*を得ることができ、また、(式2)の関係から S_1' 、 S_2 、*i*+1を得ることができる。

【0432】

このとき、(式1)と(式2)の行列は、ほぼ等しい行列であるが、(S_1 、 S_2 、*i*)のベクトルと(S_1' 、 S_2 、*i*+1)のベクトルが異なるため、得られるデータの確からしさが異なることになる。

【0433】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間*i*の検波を行い、(S_1 、 S_2 、*i*)を得る。

<2>時間*i*+1の検波を行い、(S_1' 、 S_2 、*i*+1)を得る。

<3>時間*i*および時間*i*+1の受信品質を比較する。

【0434】

時間*i*の受信品質の方がよい場合、時間*i*の検波で(S_1 、 S_2 、*i*)のデー

タを得る。次に、時間 i の検波で得られた $S1$ から時間 $i+1$ の $S1'$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i+1$ を得る。

【0435】

時間 $i+1$ の受信品質の方がよい場合、時間 $i+1$ の検波で ($S1'$, $S2, i+1$) のデータを得る。次に、時間 $i+1$ の検波で得られた $S1'$ から時間 i の $S1$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i$ を得る。

【0436】

図27の復調部2721では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号2722、変調信号Bの受信デジタル信号2723が得られる。

【0437】

このときの、図27の復調部2721の詳細の構成が、図7のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0438】

図7において、信号601は図27の2708に、信号602は図27の2710に、信号2703は図27の2706に、信号604は図27の2718に、信号605は図27の2720に、信号606は図27の2716に相当する。

【0439】

ここで、図26の送信装置において、図28のフレーム構成で、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。ただし、キャリア1についての説明である。

【0440】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0441】

ここでは、図27の復調部2721の動作について説明する。

【0442】

図 27 のキャリア 1、時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号群 2708 のキャリア 1 の成分、変調信号 B の伝送路推定信号群 2710 のキャリア 1 の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図 13 の 1302 の 16 個の信号点に相当する。

【0443】

そして、フーリエ変換後信号 2706 のキャリア 1 の成分から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図 13 の 1301 の信号点を相当する。

【0444】

次に、図 13 の 1302 のすべての信号点と信号点 1301 との I-Q 平面における例えば距離の 2 乗値を計算する。ここで、送信ビット 0000 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット 0001、..., 1111 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $X_{0001}(i)$ 、..., $X_{1111}(i)$ を求める。

【0445】

同様に、図 28 のキャリア 1、時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号群 2718 のキャリア 1 の成分、変調信号 B の伝送路推定信号群 2720 のキャリア 1 の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図 13 の 1302 の 16 個の信号点に相当する。

【0446】

そして、フーリエ変換後の信号 2716 のキャリア 1 の成分から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図 13 の 1301 の信号点を相当する。

【0447】

次に、図 13 の 1302 のすべての信号点と信号点 1301 との I-Q 平面における例えば距離の 2 乗値を計算する。ここで、送信ビット 0000 の信号点 1

302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0448】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0449】

同様に、時間 $i+1$ についても $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、・・・、 $Z1111(i+1)$ を求める。

【0450】

次に、時間 i と時間 $i+1$ との受信データの確からしさの比較を行う。

【0451】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0452】

同様に、 $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、・・・、 $Z1111(i+1)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i+1)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i+1)$ とする。

【0453】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ を求める。

【0454】

$R(i+1) > R(i)$ のとき、時間 i の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i)$ を与える4ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号Aで送信されたデータ2ビットと時間 i に変調信号Bで送信されたデータ2ビットが得られる。そして、変調信号Aで送信された2ビットが判定されている

のを利用し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i+1)$ 、 $Z0001(i+1)$ 、 $Z0010(i+1)$ 、 $Z0011(i+1)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i+1)$ 、 $Z0101(i+1)$ 、 $Z0110(i+1)$ 、 $Z0111(i+1)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0455】

$R(i) > R(i+1)$ のとき、時間 $i+1$ の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i+1)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 $i+1$ に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 $i+1$ に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0456】

図 27 の復調部 2721 の詳細の構成が図 7 である。

【0457】

図 7 の動作について説明する。

【0458】

図7の変調信号A, B復調部608は、上記のように、時間*i*および時間*i*+1において変調信号Aで送信したデータを変調信号Aの受信デジタル信号609として出力する。また、第1の軟判定値信号701として、Z0000(*i*)、・・・、Z1111(*i*)を出力する。また、第2の軟判定値信号702としてZ0000(*i*+1)、・・・、Z1111(*i*+1)を出力する。そして、時間*i*、時間*i*+1いずれかの変調信号Bの受信デジタル信号612を出力する。

【0459】

変調信号B復調部703は、第1の軟判定値信号701であるZ0000(*i*)、・・・、Z1111(*i*)と第2の軟判定値信号702であるZ0000(*i*+1)、・・・、Z1111(*i*+1)を入力とし、上記のように、時間*i*と時間*i*+1の受信品質をもとに、変調信号Bの復調を行い、612とは異なる時間の変調信号Bの受信デジタル信号704を出力する。

【0460】

上述では、キャリア1の復号方法について説明したが、キャリア1以外のキャリアで同様に符号化している場合、上述の動作を他のキャリアと考え、実施すれば、同様に復号することができる。つまり、図27のフーリエ変換後の信号のキャリア*n*の成分、変調信号Aの伝送路推定信号群のキャリア*n*の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群のキャリア*n*の成分により、キャリア*n*の復号を行うことができることになる。

【0461】

図28と異なるフレーム構成が図30である。図30は、時間*i*と*i*+*n*で符号化されている。このとき、 $h_{11}(i) \doteq h_{11}(i+n)$ 、 $h_{12}(i) \doteq h_{12}(i+n)$ 、 $h_{21}(i) \doteq h_{21}(i+n)$ 、 $h_{22}(i) \doteq h_{22}(i+n)$ の関係が成立するような*n*であれば、フレーム構成図28の実施の形態と同様に実施することができる。(つまり、時間*i*+1の動作を時間*i*+*n*の動作として考えれば同様に実施することができる。)

【0462】

次に、図28、図30とは異なるフレーム構成図32の動作について説明する

。このとき、時間 i と j とでは、時間がまったく異なるために電波伝搬環境が全く異なる状態であることが重要となる。

【0463】

ここでは、キャリア 1 の動作を例に説明する。

【0464】

時間 i において、(式 1) が成立する。同様に、時間 j において、(式 3) が成立する。このとき、 $h_{11}(i)$ 、 $h_{12}(i)$ 、 $h_{21}(i)$ 、 $h_{22}(i)$ は、受信装置において、例えば、図 32 のキャリア 1 の時間 $i-1$ の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて推定する。同様に、 $h_{11}(j)$ 、 $h_{12}(j)$ 、 $h_{21}(j)$ 、 $h_{22}(j)$ は、受信装置において、例えば、図 32 のキャリア 1 の時間 $j-1$ の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて推定する。このとき、時間 i と j では、電波伝搬環境が異なるような時間であるため、 $h_{11}(i) \neq h_{11}(j)$ 、 $h_{12}(i) \neq h_{12}(j)$ 、 $h_{21}(i) \neq h_{21}(j)$ 、 $h_{22}(i) \neq h_{22}(j)$ が成立する。したがって、時間 i と j での受信品質は全く異なることになる。

【0465】

以上を考慮し、時間 i と時間 j の $I-Q$ 平面における信号点配置について説明する。

【0466】

$I-Q$ 平面における信号点配置の一例を示した図が図 2 である。図 32 のフレーム構成の際、時間 i と j の信号点配置は、例えば、ともに図 2 (a) でもよし、時間 i では図 2 (a)、時間 j では図 2 (b) のように異なってもどちらでもよい。これは、図 28、図 30 のフレーム構成のときとは異なり、時間 i と j とでは電波伝搬環境が異なるため、時間 i と j で、特に、信号点配置を変えても、効果があらわれないからである。

【0467】

以下では、復号化の手順について詳しく説明するが、図 32 のフレーム構成の動作と同様に考えることができる。つまり、時間 $i+1$ の動作を時間 j に置き換えて考えればよい。

【0468】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間 i の検波を行い、 $(S1, S2, i)$ を得る。

<2>時間 j の検波を行い、 $(S1, S2, j)$ を得る。

<3>時間 i および時間 j の受信品質を比較する。

【0469】

時間 i の受信品質の方がよい場合、時間 i の検波で $(S1, S2, i)$ のデータを得る。次に、時間 i の検波で得られた $S1$ から時間 j の $S1$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, j$ を得る。

【0470】

時間 j の受信品質の方がよい場合、時間 j の検波で $(S1, S2, j)$ のデータを得る。次に、時間 j の検波で得られた $S1$ から時間 i の $S1$ を推定し、その結果を利用し、 $S2, i$ を得る。

【0471】

図27の復調部2721では、上述の手順を行うことで、変調信号Aの受信デジタル信号2722、変調信号Bの受信デジタル信号2723が得られる。

【0472】

このときの、図27の復調部2721の詳細の構成が、図7のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0473】

図7において、信号601は図27の2708に、信号602は図27の2710に、信号603は図27の2706に、信号604は図27の2718に、信号2705は図27の2720に、信号606は図27の2716に相当する。

【0474】

ここで、図3の送信装置において、図32のフレーム構成で、キャリア1において、変調信号A、変調信号BともにQPSK変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0475】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0476】

ここでは、図27の復調部2721の動作について説明する。

【0477】

図27の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号群2708のキャリア1の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群2710のキャリア1の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0478】

そして、フーリエ変換後の信号2706のキャリア1の成分から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0479】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、..., 1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0001}(i)$ 、..., $X_{1111}(i)$ を求める。

【0480】

同様に、図32の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号群2718のキャリア1の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群2720のキャリア1の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号

点に相当する。

【0481】

そして、フーリエ変換後の信号 2716 のキャリア 1 の成分から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図 13 の 1301 の信号点を相当する。

【0482】

次に、図 13 の 1302 のすべての信号点と信号点 1301 との I-Q 平面における例えば距離の 2 乗値を計算する。ここで、送信ビット 0000 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット 0001、・・・、1111 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0483】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0484】

ここで、時間 i を判定する際、電波伝搬環境の推定は、例えば、図 32 の時間 $i-1$ の電波伝搬環境推定シンボル 2801 のキャリア 1 のシンボルを用いて行う。

【0485】

同様に、時間 j についても $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、・・・、 $Z1111(j)$ を求める。

【0486】

ここで、時間 j を判定する際、電波伝搬環境の推定は、例えば、図 32 の時間 $j-1$ の電波伝搬環境推定シンボル 2801 のキャリア 1 のシンボルを用いて行う。

【0487】

次に、時間 i と時間 j との受信データの確からしさの比較を行う。

【0488】

例えば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0489】

同様に、 $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(j)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(j)$ とする。

【0490】

そして、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、 $R(j) = F(j) / S(j)$ を求める。

【0491】

$R(j) > R(i)$ のとき、時間 i の方が受信品質がよいと判断し、 $F(i)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 j に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 i に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 $Z0010(j)$ 、 $Z0011(j)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(j)$ 、 $Z0101(j)$ 、 $Z0110(j)$ 、 $Z0111(j)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 $i+1$ に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 j に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0492】

$R(i) > R(j)$ のとき、時間 j の方が受信品質がよいと判断し、 $F(j)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、時間 i および時間 j に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットと時間 j に変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが

得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、 $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0493】

図 27 の復調部 2721 の詳細の構成が図 7 である。

【0494】

図 7 の動作について説明する。

【0495】

図 7 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、時間 i および時間 j において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 701 として、 $Z0000(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 702 として $Z0000(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ を出力する。そして、時間 i 、時間 j いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0496】

変調信号 B 復調部 703 は、第 1 の軟判定値信号 701 である $Z0000(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ と第 2 の軟判定値信号 702 である $Z0000(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ を入力とし、上記のように、時間 i と時間 j の受信品質をもとに、変調信号 B の復調を行い、612 とは異なる時間の変調信号 B の受信デジタル信号 704 を出力する。

【0497】

以上、キャリア 1 の時間 i 、時間 j の変調信号 A、変調信号 B の復調について

述べたが、キャリア1以外において、同様に符号化している場合についても同様に動作することで、実施が可能である。

【0498】

次に、OFDM方式などのマルチキャリア方式を用いたときに可能となる、周波数軸に符号化を行ったさいの動作について詳しく説明する。このとき、上述の時間軸に符号化を行っていたものを周波数軸に符号化を行った。

【0499】

図29は、図26の送信装置が送信する変調信号A、変調信号Bのフレーム構成の一例を示している。そして、図26における変調信号A送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図29の変調信号Aフレーム構成である。また、図26における変調信号B送信部から送信される変調信号のフレーム構成が図29の変調信号Bフレーム構成である。

【0500】

図29のフレーム構成の特徴は、変調信号Aでは、キャリア1、時間*i*ではS1、キャリア2、時間*i*ではS1'を送信しており、同一の情報であり、変調信号Bでは、キャリア1、時間*i*ではS2、*i*, 1、キャリア2、時間*i*ではS2, *i*, 2を送信しており、異なる情報である点である。

【0501】

S1、S1'のI-Q平面における信号点配置を示した図が図2である。変調方式はQPSKである。例えば、図29において、キャリア1、時間*i*でS1の情報として(0, 0)を送信したとする。このとき信号点は、図2(a)のとおりである。そして、キャリア2、時間*i*では情報として(0, 0)を、例えば、図2(b)のとおりに送信する。(0, 1)、(1, 0)、(1, 1)についても同様である。ただし、キャリア2、時間*i*の信号点配置は、図2(b)に限ったものではなく、図2(c)で送信してもよい。このように、時間*i*において、キャリア1とキャリア2で、同一の情報を異なる信号点配置で送信する。

【0502】

以上のようにすることで、時間*i*に着目すると、受信装置で、キャリア1において変調信号A、変調信号Bの復調の精度と、キャリア2において変調信号の信

号点配置が変わるため、変調信号 A と変調信号 B の復調の精度が異なる。そして、復調の精度のよい時間で変調信号 A を復調し、その結果を利用して変調信号 B の復調を行うことで、変調信号 B の復調の精度が向上し、データの受信品質が向上する。

【0503】

そのときの、送信装置の構成は、図 26 に示すとおりである。フレーム構成信号生成部 2623 は、図 29 のフレーム構成の情報をフレーム構成信号 2624 として出力する。

【0504】

符号化部 2602 は、送信デジタル信号 2601、フレーム構成信号 2624 を入力とし、図 29 の変調信号 A のフレーム構成のように符号化し、符号化後のデジタル信号 2603 を出力する。

【0505】

変調部 2625 は、符号化後のデジタル信号 2603、フレーム構成信号 2624 を入力とし、図 29 の変調信号 A のフレーム構成にしたがった送信直交ベースバンド信号 2626 を出力する。変調部 2625 の構成の詳細を示した図が、図 4 である。

【0506】

図 4 において、マッピング部 X402 は、図 2 (a) のように信号点をマッピングする。そして、マッピング部 Y404 は、図 2 (b)、あるいは、図 2 (c) でマッピングを行う。

【0507】

例えば、図 29 のフレーム構成における、時間 i に着目したとき、フレーム構成信号 2624 が変調信号 A、キャリア 1、時間 i のシンボルを示しているとき、マッピング部 X402 は、入力されたデジタル信号に対し、マッピングを施し、第 1 のマッピングされた送信直交ベースバンド信号 403 を出力する。

【0508】

そして、フレーム構成信号 2624 が変調信号 A、キャリア 2、時間 i のシンボルを示しているとき、マッピング部 Y404 は、入力されたデジタル信号に

対し、マッピングを施し、第2のマッピングされた送信直交ベースバンド信号405を出力する。

【0509】

信号選択部407は、第1のマッピングされた送信直交ベースバンド信号403、第2のマッピングされた送信直交ベースバンド信号405、フレーム構成信号406を入力とし、フレーム構成信号406の示している方の信号を選択し、選択された送信直交ベースバンド信号408を出力する。

【0510】

上述の説明において、図29のフレーム構成、つまり、時間*i*において、キャリア1とキャリア2で符号化した場合を例に説明したが、図31のように、キャリア1とキャリア*n*で符号化されている場合にも同様に実施することができる。つまり、上述の説明で、キャリア2の動作をキャリア*n*の動作として考えれば同様に実施することができる。また、時間*i*に着目して説明したが、時間*i*以外の時間についても同様の符号化を施しても、同様に実施することができ、また、時間*i*において、キャリア1、キャリア2以外のキャリア同士で符号化しても同様に実施することができる。

【0511】

次に、受信装置の構成について説明する。

【0512】

図27は、本実施の形態における受信装置の構成である。図27の受信アンテナ2701は図1のアンテナ109に相当し、受信アンテナ2711は図1のアンテナ110に相当するものとする。

【0513】

以下では、時間*i*の動作を例に説明する。

【0514】

はじめに、キャリア1について説明する。図27の変調信号A伝送路推定部2707は、図29の変調信号A、キャリア1、時間*i*の電波伝搬環境推定シンボル2801を用いて、キャリア1のチャネル変動 $h_{11,1}(t)$ を求める。ただし、*t*は時間とする。同様に、変調信号B伝送路推定部2709は、図29の

変調信号 B、キャリア 1、時間 i の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて、キャリア 1 のチャネル変動 $h_{12,1}(t)$ を求める。変調信号 A 伝送路推定部 2717 は、図 29 の変調信号 A、キャリア 1、時間 i の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて、キャリア 1 のチャネル変動 $h_{21,1}(t)$ を求める。ただし、 t は時間とする。同様に、変調信号 B 伝送路推定部 2719 は、図 29 の変調信号 B、キャリア 1、時間 i の電波伝搬環境推定シンボル 2801 を用いて、キャリア 1 のチャネル変動 $h_{22,1}(t)$ を求める。

【0515】

そして、時間 i において、受信アンテナ 2701 で受信したキャリア 1 の信号を $R_{1,1}(i)$ 、受信アンテナ 2711 で受信したキャリア 1 の信号を $R_{2,1}(i)$ とすると、(式 9) が成立する。

【0516】

【式 9】

$$\begin{pmatrix} R_{1,1}(i) \\ R_{2,1}(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11,1}(i) & h_{12,1}(i) \\ h_{21,1}(i) & h_{22,1}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_{2,i,1} \end{pmatrix}$$

同様に、キャリア 2 では、(式 3) が成立する。

【0517】

【式 10】

$$\begin{pmatrix} R_{1,2}(i) \\ R_{2,2}(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11,2}(i) & h_{12,2}(i) \\ h_{21,2}(i) & h_{22,2}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1' \\ S_{2,i,2} \end{pmatrix}$$

ここで、 $h_{11,1}(i) \doteq h_{11,2}(i)$ 、 $h_{12,1}(i) \doteq h_{12,2}(i)$ 、 $h_{21,1}(i) \doteq h_{21,2}(i)$ 、 $h_{22,1}(i) \doteq h_{22,2}(i)$ が成立する。

【0518】

(式 9) の関係から、 S_1 、 $S_{2,i,1}$ を得ることができ、また、(式 10) の関係から S_1' 、 $S_{2,i,2}$ を得ることができる。

【0519】

このとき、(式 9) と (式 10) の行列は、ほぼ等しい行列であるが、(S_1 、 $S_{2,i,1}$) のベクトルと (S_1' 、 $S_{2,i,2}$) のベクトルが異なるた

め、得られるデータの確からしさが異なることになる。

【0520】

本発明の符号化、復号化では、この特性を利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間 i 、キャリア 1 の検波を行い、 $(S_1, S_2, i, 1)$ を得る。

<2>時間 i 、キャリア 2 の検波を行い、 $(S_1', S_2, i, 2)$ を得る。

<3>キャリア 1 およびキャリア 2 の受信品質を比較する。

【0521】

キャリア 1 の受信品質の方がよい場合、キャリア 1 の検波で $(S_1, S_2, i, 1)$ のデータを得る。次に、キャリア 1 の検波で得られた S_1 からキャリア 2 の S_1' を推定し、その結果を利用し、 $S_2, i, 2$ を得る。

【0522】

キャリア 2 の受信品質の方がよい場合、キャリア 2 の検波で $(S_1', S_2, i, 2)$ のデータを得る。次に、キャリア 2 の検波で得られた S_1' からキャリア 1 の S_1 を推定し、その結果を利用し、 $S_2, i, 1$ を得る。

【0523】

図 27 の復調部 2721 では、上述の手順を行うことで、変調信号 A の受信デジタル信号 2722、変調信号 B の受信デジタル信号 2723 が得られる。

【0524】

このときの、図 27 の復調部 2721 の詳細の構成が、図 7 のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0525】

図 7 において、信号 601 は図 27 の 2708 に、信号 602 は図 27 の 2710 に、信号 2703 は図 27 の 2706 に、信号 604 は図 27 の 2718 に、信号 605 は図 27 の 2720 に、信号 606 は図 27 の 2716 に相当する。

【0526】

ここで、図 26 の送信装置において、図 29 のフレーム構成で、変調信号 A、変調信号 B とともに QPSK 変調で信号を送信したときを例に説明する。ただし、

キャリア1、キャリア2についての説明である。

【0527】

変調信号Aから2ビット、変調信号Bから2ビットの計4ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111が送信可能である。ただし、上位2ビットは変調信号Aから送信された2ビット、下位2ビットは変調信号Bから送信された2ビットとする。

【0528】

ここでは、図27の復調部2721の動作について説明する。

【0529】

図29のキャリア1、時間iにおいて、変調信号Aの伝送路推定信号群2708のキャリア1の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群2710のキャリア1の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0530】

そして、フーリエ変換後信号2706のキャリア1の成分から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0531】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、..., 1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0001}(i)$ 、..., $X_{1111}(i)$ を求める。

【0532】

同様に、図29のキャリア1、時間iにおいて、変調信号Aの伝送路推定信号群2718のキャリア1の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群2720のキャリア1の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111の16個の信号

点の I-Q 平面における信号点を求める。そのときの状態が図 13 の 1302 の 16 個の信号点に相当する。

【0533】

そして、フーリエ変換後の信号 2716 のキャリア 1 の成分から、I-Q 平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図 13 の 1301 の信号点を相当する。

【0534】

次に、図 13 の 1302 のすべての信号点と信号点 1301 との I-Q 平面における例えば距離の 2 乗値を計算する。ここで、送信ビット 0000 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0000(i)$ を求める。同様に、送信ビット 0001、・・・、1111 の信号点 1302 と信号点 1301 との例えば距離の 2 乗値 $Y0001(i)$ 、・・・、 $Y1111(i)$ を求める。

【0535】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0536】

同様に、キャリア 2 についても $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ を求める。

【0537】

次に、キャリア 1 とキャリア 2 との受信データの確からしさの比較を行う。

【0538】

例えば、キャリア 1 において、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2 番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0539】

同様に、キャリア 2 において、 $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、・・・、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とす

る。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0540】

そして、例えば、キャリア1において、 $R_{1(i)} = F(i) / S(i)$ 、
および、キャリア2において、 $R_{2(i)} = F(i) / S(i)$ を求める。

【0541】

$R_{2(i)} > R_{1(i)}$ のとき、キャリア1の方が受信品質がよいと判断し、キャリア1の $F(i)$ を与える4ビットを正しいデータと判断し、キャリア1およびキャリア2に変調信号Aで送信されたデータ2ビットとキャリア1の変調信号Bで送信されたデータ2ビットが得られる。そして、変調信号Aで送信された2ビットが判定されているのを利用し、キャリア2の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。例えば、変調信号Aで送信された2ビットが00であるならば、キャリア2の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア2の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。同様に、変調信号Aで送信された2ビットが01であるならば、キャリア2の $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア2の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。変調信号Aで送信された2ビットが10、11のときも同様にして、キャリア2の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。

【0542】

$R_{1(i)} > R_{2(i)}$ のとき、キャリア2の方が受信品質がよいと判断し、キャリア2の $F(i)$ を与える4ビットを正しいデータと判断し、キャリア1およびキャリア2に変調信号Aで送信されたデータ2ビットとキャリア2の変調信号Bで送信されたデータ2ビットが得られる。そして、変調信号Aで送信された2ビットが判定されているのを利用し、キャリア1の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。例えば、変調信号Aで送信された2ビットが00であるならば、キャリア1の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア1の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。同様に、変調信号Aで送信された2ビッ

トが01であるならば、キャリア1のZ0100(i)、Z0101(i)、Z0110(i)、Z0111(i)の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア1の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。変調信号Aで送信された2ビットが10、11のときも同様にして、キャリア1の変調信号Bで送信された2ビットを判定する。

【0543】

図27の復調部2721の詳細の構成が図7である。

【0544】

図7の動作について説明する。

【0545】

図7の変調信号A、B復調部608は、上記のように、時間iのキャリア1、および、キャリア2において変調信号Aで送信したデータを変調信号Aの受信デジタル信号609として出力する。また、第1の軟判定値信号701として、キャリア1のZ0000(i)、・・・、Z1111(i)を出力する。また、第2の軟判定値信号702としてキャリア2のZ0000(i)、・・・、Z1111(i)を出力する。そして、時間iのキャリア1、キャリア2いずれかの変調信号Bの受信デジタル信号612を出力する。

【0546】

変調信号B復調部703は、第1の軟判定値信号701であるキャリア1のZ0000(i)、・・・、Z1111(i)と第2の軟判定値信号702であるキャリア2のZ0000(i)、・・・、Z1111(i)を入力とし、上記のように、キャリア1とキャリア2の受信品質をもとに、変調信号Bの復調を行い、612とは異なるキャリアの変調信号Bの受信デジタル信号704を出力する。

【0547】

上述では、キャリア1、キャリア2の復号方法について説明したが、キャリア1、キャリア2以外のキャリアで同様に符号化している場合、上述の動作と同様に実施すれば、同様に復号することができる。

【0548】

図29と異なるフレーム構成が図31である。図31は、キャリア1とキャリア1+nで符号化されている。このとき、 $h_{11,1}(i) \doteq h_{11,1+n}(i)$ 、 $h_{12,1}(i) \doteq h_{12,1+n}(i)$ 、 $h_{21,1}(i) \doteq h_{21,1+n}(i)$ 、 $h_{22,1}(i) \doteq h_{22,1+n}(i)$ の関係が成立するようなnであれば、フレーム構成図29の実施の形態と同様に実施することができる。(つまり、キャリア2の動作をキャリア1+nの動作として考えれば同様に実施することができる。)

【0549】

次に、図28、図31とは異なるフレーム構成図33の動作について説明する。このとき、キャリア1とキャリアjとでは、周波数がまったく異なるために電波伝搬環境が全くことなる状態であることが重要となる。

【0550】

ここでは、キャリア1とキャリアjを例に説明する。

【0551】

時間i、キャリア1において、(式9)が成立する。

【0552】

時間i、キャリアjにおいて、(式11)

【式11】

$$\begin{pmatrix} R_{1,j(i)} \\ R_{2,j(i)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11,j(i)} & h_{12,j(i)} \\ h_{21,j(i)} & h_{22,j(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_{1'} \\ S_{2,i,j} \end{pmatrix}$$

が成立する。このとき、 $h_{11,1}(i)$ 、 $h_{12,1}(i)$ 、 $h_{21,1}(i)$ 、 $h_{22,1}(i)$ は、受信装置において、例えば、図33のキャリア1の時間i-1の電波伝搬環境推定シンボル2801を用いて推定する。同様に、 $h_{11,j}(i)$ 、 $h_{12,j}(i)$ 、 $h_{21,j}(i)$ 、 $h_{22,j}(i)$ は、受信装置において、例えば、図33のキャリアjの時間i-1の電波伝搬環境推定シンボル2801を用いて推定する。このとき、時間iとjでは、電波伝搬環境が異なるような時間であるため、 $h_{11,1}(i) \neq h_{11,j}(i)$ 、 $h_{12,1}(i) \neq h_{12,j}(i)$ 、 $h_{21,1}(i) \neq h_{21,j}(i)$ 、 $h_{22,1}(i) \neq h_{22,j}(i)$ が成立する。したがって、時間iとjでの受信品

質は全く異なることになる。

【0553】

以上を考慮し、キャリア1とキャリアjのI-Q平面における信号点配置について説明する。

【0554】

I-Q平面における信号点配置の一例を示した図が図2である。図33のフレーム構成の際、キャリア1とキャリアjの信号点配置は、例えば、ともに図2(a)でもよいし、キャリア1では図2(a)、キャリアjでは図2(b)のように異なってもどちらでもよい。これは、図28、図30のフレーム構成のときとは異なり、キャリア1とキャリアjとでは電波伝搬環境が異なるため、キャリア1とキャリアjで、特に、信号点配置を変えても、効果があらわれないからである。

【0555】

以下では、復号化の手順について詳しく説明するが、図29のフレーム構成の動作と同様に考えることができる。つまり、キャリア2の動作を時間jに置き換えて考えればよい。

【0556】

本発明の符号化、復号化では、受信品質の違い利用し、受信データの品質を向上させる方法である。手順は、以下のとおりである。

<1>時間i、キャリア1の検波を行い、(S1, S2, i, 1)を得る。

<2>時間i、キャリアjの検波を行い、(S1, S2, i, j)を得る。

<3>キャリアiおよびキャリアjの受信品質を比較する。

【0557】

時間i、キャリア1の受信品質の方がよい場合、時間i、キャリア1の検波で(S1, S2, i, 1)のデータを得る。次に、時間i、キャリア1の検波で得られたS1から時間iキャリアjのS1を推定し、その結果を利用し、S2, i, jを得る。

【0558】

時間i、キャリアjの受信品質の方がよい場合、時間i、キャリアjの検波で

(S_1' , S_2 , i , j) のデータを得る。次に、時間 i キャリア j の検波で得られた S_1 から時間 i 、キャリア 1 の S_1 を推定し、その結果を利用し、 S_2 , i , 1 を得る。

【0559】

図 27 の復調部 2721 では、上述の手順を行うことで、変調信号 A の受信デジタル信号 2722、変調信号 B の受信デジタル信号 2723 が得られる。

【0560】

このときの、図 27 の復調部 2721 の詳細の構成が、図 7 のとおりであり、以下では、その動作について説明する。

【0561】

図 7 において、信号 601 は図 27 の 2708 に、信号 602 は図 27 の 2710 に、信号 603 は図 27 の 2706 に、信号 604 は図 27 の 2718 に、信号 2705 は図 27 の 2720 に、信号 606 は図 27 の 2716 に相当する。

【0562】

ここで、図 3 の送信装置において、図 33 のフレーム構成で、キャリア 1、キャリア j において、変調信号 A、変調信号 B とともに QPSK 変調で信号を送信したときを例に説明する。

【0563】

変調信号 A から 2 ビット、変調信号 B から 2 ビットの計 4 ビットが送信可能である。つまり、0000, 0001, ..., 1111 が送信可能である。ただし、上位 2 ビットは変調信号 A から送信された 2 ビット、下位 2 ビットは変調信号 B から送信された 2 ビットとする。

【0564】

ここでは、図 27 の復調部 2721 の動作について説明する。

【0565】

図 27 の時間 i において、変調信号 A の伝送路推定信号群 2708 のキャリア 1 の成分、変調信号 B の伝送路推定信号群 2710 のキャリア 1 の成分を用いて、0000, 0001, ..., 1111 の 16 個の信号点の I-Q 平面におけ

る信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0566】

そして、フーリエ変換後の信号2706のキャリア1の成分から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0567】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $X_{0001}(i)$ 、・・・、 $X_{1111}(i)$ を求める。

【0568】

同様に、図33の時間*i*において、変調信号Aの伝送路推定信号群2718のキャリア1の成分、変調信号Bの伝送路推定信号群2720のキャリア1の成分を用いて、0000、0001、・・・、1111の16個の信号点のI-Q平面における信号点を求める。そのときの状態が図13の1302の16個の信号点に相当する。

【0569】

そして、フーリエ変換後の信号2716のキャリア1の成分から、I-Q平面における受信状態が求まる。そのときの状態が図13の1301の信号点を相当する。

【0570】

次に、図13の1302のすべての信号点と信号点1301とのI-Q平面における例えば距離の2乗値を計算する。ここで、送信ビット0000の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y_{0000}(i)$ を求める。同様に、送信ビット0001、・・・、1111の信号点1302と信号点1301との例えば距離の2乗値 $Y_{0001}(i)$ 、・・・、 $Y_{1111}(i)$ を

求める。

【0571】

そして、 $X0000(i)$ と $Y0000(i)$ の和 $Z0000(i) = X0000(i) + Y0000(i)$ を求める。同様に、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ を求める。

【0572】

ここで、時間 i を判定する際、電波伝搬環境の推定は、例えば、図33の時間 $i-1$ の電波伝搬環境推定シンボル2801のキャリア1、キャリア j のシンボルを用いて行う。

【0573】

同様に、時間 j についても $Z0000(j)$ 、 $Z0001(j)$ 、 \dots 、 $Z1111(j)$ を求める。

【0574】

ここで、時間 j を判定する際、電波伝搬環境の推定は、例えば、図33の時間 $i-1$ の電波伝搬環境推定シンボル2801のキャリア1、キャリア j のシンボルを用いて行う。

【0575】

次に、時間 i キャリア1とキャリア j の受信データの確からしさの比較を行う。

【0576】

例えば、キャリア1の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0577】

同様に、キャリア j の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 \dots 、 $Z1111(i)$ の中から、最も小さい値を探索する。その値を $F(i)$ とする。そして、2番目に小さい値を探索する。その値を $S(i)$ とする。

【0578】

そして、例えば、キャリア1の $R(i) = F(i) / S(i)$ 、および、キャ

リア j の $R(i) = F(i) / S(i)$ を求める。

【0579】

キャリア j の $R(i) >$ キャリア 1 の $R(i)$ のとき、キャリア 1 の方が受信品質がよいと判断し、キャリア 1 の $F(i)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、キャリア 1 およびキャリア j に変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットとキャリア 1 の変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、キャリア j の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0580】

例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、キャリア j の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア j の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、変調信号 A で送信された 2 ビットが 01 であるならば、キャリア j の $Z0100(i)$ 、 $Z0101(i)$ 、 $Z0110(i)$ 、 $Z0111(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア j の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 10、11 のときも同様にして、キャリア j の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0581】

キャリア 1 の $R(i) >$ キャリア j の $R(i)$ のとき、キャリア j の方が受信品質がよいと判断し、キャリア j の $F(i)$ を与える 4 ビットを正しいデータと判断し、キャリア 1 およびキャリア j の変調信号 A で送信されたデータ 2 ビットとキャリア j の変調信号 B で送信されたデータ 2 ビットが得られる。

【0582】

そして、変調信号 A で送信された 2 ビットが判定されているのを利用し、キャリア 1 の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。例えば、変調信号 A で送信された 2 ビットが 00 であるならば、キャリア 1 の $Z0000(i)$ 、 $Z0001(i)$ 、 $Z0010(i)$ 、 $Z0011(i)$ の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア 1 の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。同様に、

変調信号 A で送信された 2 ビットが 0 1 であるならば、キャリア 1 の Z 0 1 0 0 (i)、Z 0 1 0 1 (i)、Z 0 1 1 0 (i)、Z 0 1 1 1 (i) の中から最も小さくなるものを探索し、キャリア 1 の変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。変調信号 A で送信された 2 ビットが 1 0、1 1 のときも同様にして、時間 i に変調信号 B で送信された 2 ビットを判定する。

【0583】

図 27 の復調部 2721 の詳細の構成が図 7 である。

【0584】

図 7 の動作について説明する。

【0585】

図 7 の変調信号 A、B 復調部 608 は、上記のように、キャリア 1 およびキャリア j において変調信号 A で送信したデータを変調信号 A の受信デジタル信号 609 として出力する。また、第 1 の軟判定値信号 701 として、キャリア 1 の Z 0 0 0 0 (i)、・・・、Z 1 1 1 1 (i) を出力する。また、第 2 の軟判定値信号 702 としてキャリア j の Z 0 0 0 0 (i)、・・・、Z 1 1 1 1 (i) を出力する。そして、キャリア 1、キャリア j いずれかの変調信号 B の受信デジタル信号 612 を出力する。

【0586】

変調信号 B 復調部 703 は、第 1 の軟判定値信号 701 であるキャリア 1 の Z 0 0 0 0 (i)、・・・、Z 1 1 1 1 (i) と第 2 の軟判定値信号 702 であるキャリア j の Z 0 0 0 0 (i)、・・・、Z 1 1 1 1 (i) を入力とし、上記のように、キャリア 1 とキャリア j の受信品質をもとに、変調信号 B の復調を行い、612 とは異なるキャリアの変調信号 B の受信デジタル信号 704 を出力する。

【0587】

以上、時間 i のキャリア 1、キャリア j の変調信号 A、変調信号 B の復調について述べたが、キャリア 1、キャリア j 以外において、同様に符号化している場合についても同様に動作することで、実施が可能である。

【0588】

図34は、図9(a)のフレーム構成をOFDM方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態1と同様に実施すれば、OFDM方式においても実施することができる。

【0589】

図35は、図34のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態1、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0590】

図36は、図9(b)のフレーム構成をOFDM方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態1と同様に実施すれば、OFDM方式においても実施することができる。

【0591】

図37は、図36のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態1、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0592】

図38は、図14のフレーム構成をOFDM方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態2と同様に実施すれば、OFDM方式においても実施することができる。

【0593】

図39は、図38のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態2、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0594】

図40は、図15のフレーム構成をOFDM方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態2と同様に実施すれば、OFDM方式においても実施することができる。

【0595】

図41は、図40のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を

、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態 2、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0 5 9 6】

図 4 2 は、図 2 1 のフレーム構成を OFDM 方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態 2 と同様に実施すれば、OFDM 方式においても実施することができる。

【0 5 9 7】

図 4 3 は、図 4 2 のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態 2、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0 5 9 8】

図 4 4 は、図 2 5 のフレーム構成を OFDM 方式に適応したときのフレーム構成の一例を示している。このとき、実施の形態 2 と同様に実施すれば、OFDM 方式においても実施することができる。

【0 5 9 9】

図 4 5 は、図 4 4 のフレーム構成において、時間方向に符号化している方法を、周波数軸方向に符号化したときのフレーム構成である。このとき、実施の形態 2、および、上述の実施の説明を融合することで、実施することができる。

【0 6 0 0】

図 3 4、図 3 5、図 3 8、図 3 9、図 4 2、図 4 3 において、時間、または、周波数軸において、隣のシンボルと符号化している例で説明したが、これに限ったものではなく、2、3、・・・、n シンボル離れている場合についても同様に実施することができる。

【0 6 0 1】

以上のように、変調信号 A において同一データの変調信号を複数回送信し、複数の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号 B、変調信号 C を復調することで、データの品質が向上し、変調信号 A、変調信号 B、変調信号 C により、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0602】

以上の説明において、送信装置の構成は、図26の構成、変調部の構成は、図4の構成に限ったものではない。また、受信装置、および、復調部の構成は、図7、図27の構成に限ったものではない。例えば、本実施の形態におけるアンテナは、複数のアンテナにより一つのアンテナを構成していてもよい。また、 n ($n \geq 2$) の異なる変調信号を送信する送信装置において n より多い数のアンテナを具備し、切り替えて使用する構成においても同様に実施することができる。

【0603】

本実施の形態において受信品質を求めるための計算式として、例えば、 $R(i) = F(i) / S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) / S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) / S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) / S(j)$ 、 $R(k) = F(k) / S(k)$ で求めているが、これに限ったものではなく、 $R(i) = F(i) - S(i)$ 、 $R(i+1) = F(i+1) - S(i+1)$ 、 $R(i+2) = F(i+2) - S(i+2)$ 、 $R(j) = F(j) - S(j)$ 、 $R(k) = F(k) - S(k)$ と求めても同様に受信品質のためのパラメータとなる。ただし、上述の説明した際の大小関係は逆となる。つまり、 $R(i)$ が大きい方が受信品質はよいことになる。

【0604】

また、本実施の形態において、変調信号Aにおいて同一データを2回送信するフレーム構成、3回送信するフレーム構成について説明したが、これに限ったものではなく、4、5、・・・ n 回送信するフレーム構成においても同様に実施することができる。

【0605】

加えて、本実施の形態において、変調信号Aの受信品質を向上させることで、変調信号Bの受信品質が向上することになる。このように受信品質をさらに向上させるために、変調信号Aに対し、ブロック符号、ビタビ符号やターボ符号などの畳み込み符号、LDPC (Low-Density Parity-Check) 符号などの符号化を施し、受信品質を向上させて、その結果、変調信号Bの受信品質を向上させることができる。

【0606】

また、アンテナ2本から2つの変調信号を送信する構成を例に説明したが、アンテナ n 本から n 個の変調信号を送信するフレーム構成において、 n 個の変調信号のうち第1変調信号から、同一のデータを複数回、異なる周波数、あるいは、異なる時間を用いて送信するフレーム構成でも同様に実施することができる。

【0607】

以上により、変調信号Aにおいて同一データの変調信号を複数回送信し、複数回の受信品質に基づいて、そのデータを復調し、得られたデータに基づいて、変調信号Bを復調することで、データの品質が向上し、変調信号A、変調信号Bにより、データを送信しているため、データの伝送速度が向上するという効果が得られる。

【0608】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態では、通信装置として行う場合について説明しているが、これに限られるものではなく、この通信方法をソフトウェアとして行うことも可能である。

【0609】

例えば、上記通信方法を実行するプログラムを予めROM (Read Only Memory) に格納しておき、そのプログラムをCPU (Central Processor Unit) によって動作させるようにしても良い。

【0610】

また、上記通信方法を実行するプログラムをコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に格納し、記憶媒体に格納されたプログラムをコンピュータのRAM (Random Access Memory) に記録して、コンピュータをそのプログラムにしたがって動作させるようにしても良い。

【0611】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の通信装置及び通信方法によれば、 n ($n \geq 2$) 本のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信しており、第1アンテナから送

信する第 1 変調信号において、同一のデータを異なる時間を用いて複数回送信することを特徴とする送信方法とすることで、受信品質の向上およびデータ伝送速度が向上するという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明第 1 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2】

同第 1 の実施の形態における信号点配置を示す図

【図 3】

同第 1 の実施の形態における送信装置の構成示す図

【図 4】

同第 1 の実施の形態における変調部の構成を示す図

【図 5】

同第 1 の実施の形態における受信装置の構成を示す図

【図 6】

同第 1 の実施の形態における復調部の構成を示す図

【図 7】

同第 1 の実施の形態における復調部の構成を示す図

【図 8】

同第 1 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 9】

同第 1 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 10】

同第 1 の実施の形態における信号点配置を示す図

【図 11】

同第 1 の実施の形態における復調部の構成を示す図

【図 12】

同第 1 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 13】

同第 1 の実施の形態における受信状態を示す図

【図 1 4】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 1 5】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 1 6】

同第 2 の実施の形態における送受信アンテナの関係を示す図

【図 1 7】

同第 2 の実施の形態における送信装置の構成を示す図

【図 1 8】

同第 2 の実施の形態における受信装置の構成を示す図

【図 1 9】

同第 2 の実施の形態における復調部の構成を示す図

【図 2 0】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2 1】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2 2】

同第 2 の実施の形態における送信装置の構成を示す図

【図 2 3】

同第 2 の実施の形態における復調部の構成を示す図

【図 2 4】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2 5】

同第 2 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2 6】

同第 3 の実施の形態における送信装置の構成を示す図

【図 2 7】

同第 3 の実施の形態における受信装置の構成を示す図

【図 2 8】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 2 9】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 0】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 1】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 2】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 3】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 4】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 5】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 6】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 7】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 8】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 3 9】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 0】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 1】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 2】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 3】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 4】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 5】

同第 3 の実施の形態におけるフレーム構成を示す図

【図 4 6】

従来のフレーム構成の一例

【符号の説明】

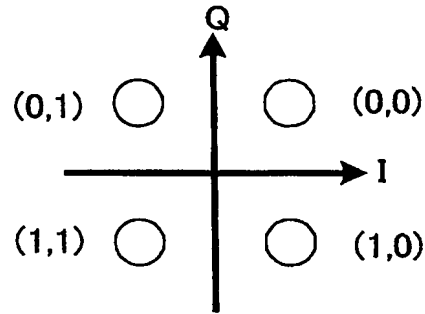
- 101、104 電波伝搬環境推定シンボル
- 102、103、105、106 データシンボル
- 107、108 送信アンテナ
- 109、110 受信アンテナ
- 301、313 送信デジタル信号
- 302 符号化部
- 303 符号化後のデジタル信号
- 304、314 変調部
- 305、315 送信直交ベースバンド信号
- 306、316 拡散部
- 307、317 拡散後の送信直交ベースバンド信号
- 308、318 無線部
- 309、319 変調信号
- 310、320 電力増幅器
- 311、321 増幅後の変調信号
- 312、322 アンテナ
- 323 フレーム構成信号生成部
- 324 フレーム構成信号
- 401 符号化後のデジタル信号

- 402 マッピング部 X
- 403 第1のマッピングされた送信直交ベースバンド信号
- 404 マッピング部 Y
- 405 第2のマッピングされた送信直交ベースバンド信号
- 406 フレーム構成信号
- 407 信号選択部
- 408 選択された送信直交ベースバンド信号
- 501、511 アンテナ
- 502、512 受信信号
- 503、513 無線部
- 504、514 受信直交ベースバンド信号
- 505、515 逆拡散部
- 506、516 逆拡散後の受信直交ベースバンド信号
- 507、517 変調信号 A 伝送路推定部
- 508、518 変調信号 A の伝送路推定信号
- 509、519 変調信号 B 伝送路推定部
- 510、520 変調信号 B の伝送路推定信号
- 521 フレーム同期信号
- 522 フレーム構成信号
- 523 復調部
- 524 変調信号 A の受信デジタル信号
- 525 変調信号 B の受信デジタル信号
- 608 変調信号 A, B 復調部
- 609 変調信号 A の受信デジタル信号
- 610 変調信号 B 復調部
- 611、612 変調信号 B の受信デジタル信号
- 701 第1の軟判定値信号
- 702 第2の軟判定値信号
- 1101 第3の軟判定値信号

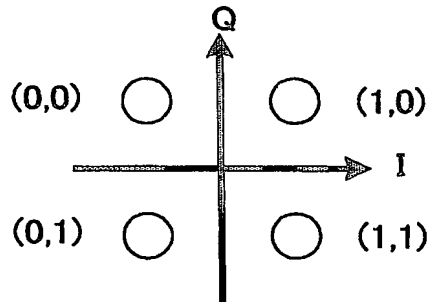
1 3 0 1 受信信号点

1 3 0 2 信号点

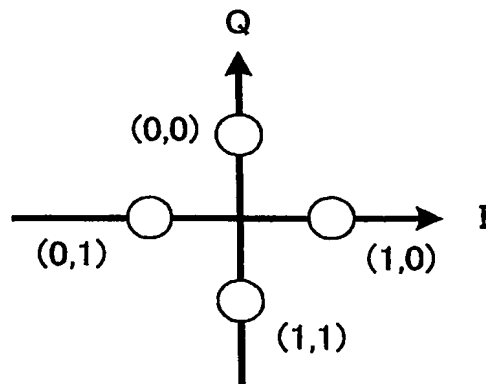
【図 2】



(a) S1の信号点配置

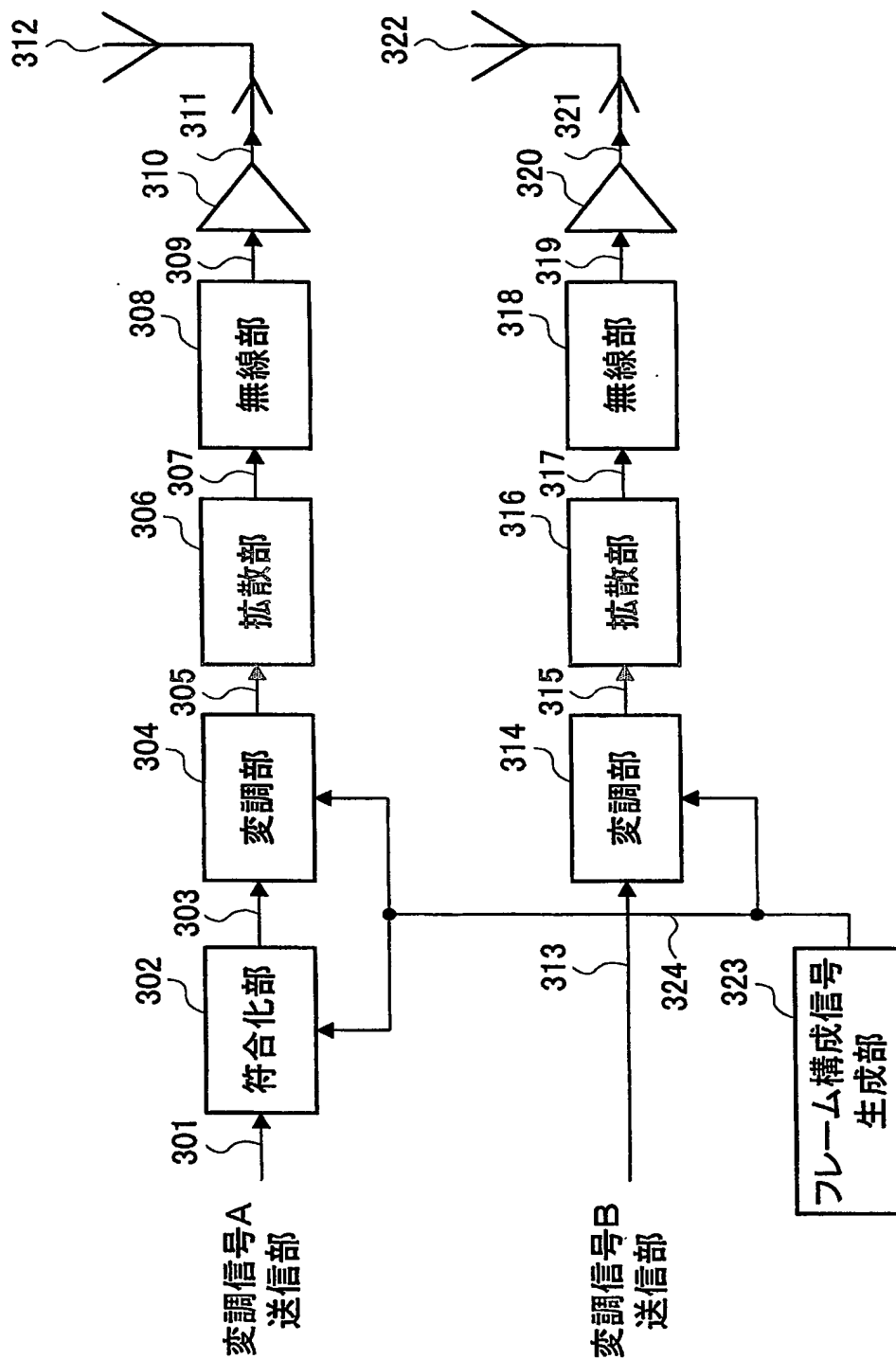


(b) S1'の信号点配置

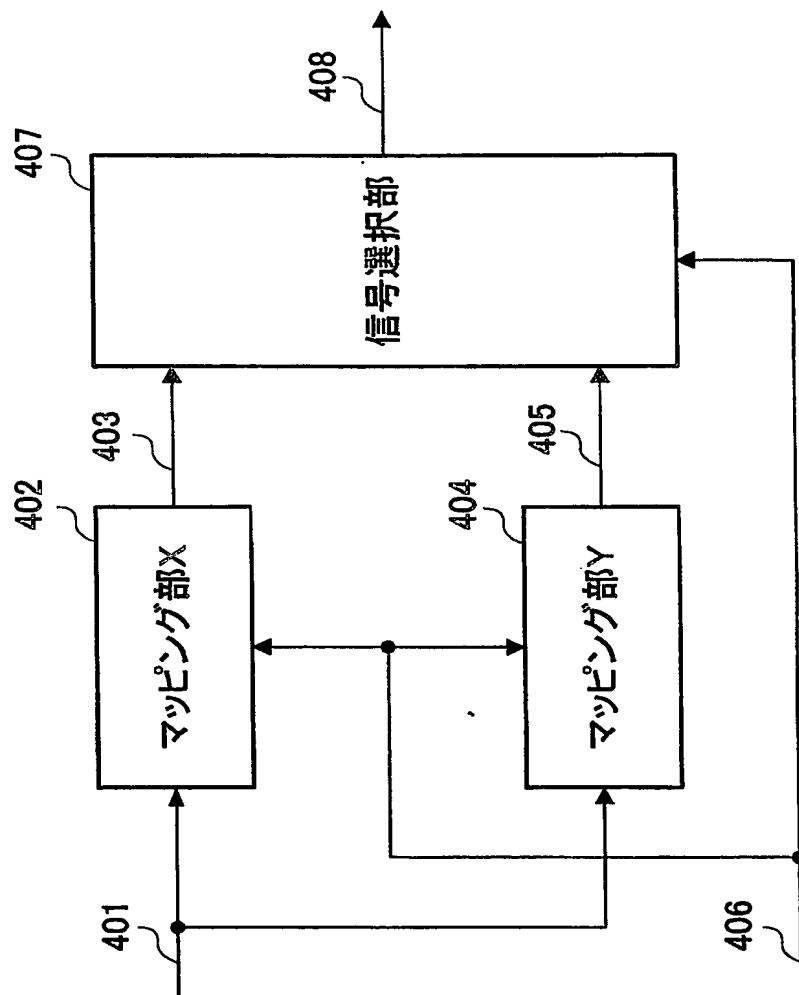


(c) S1'の信号点配置

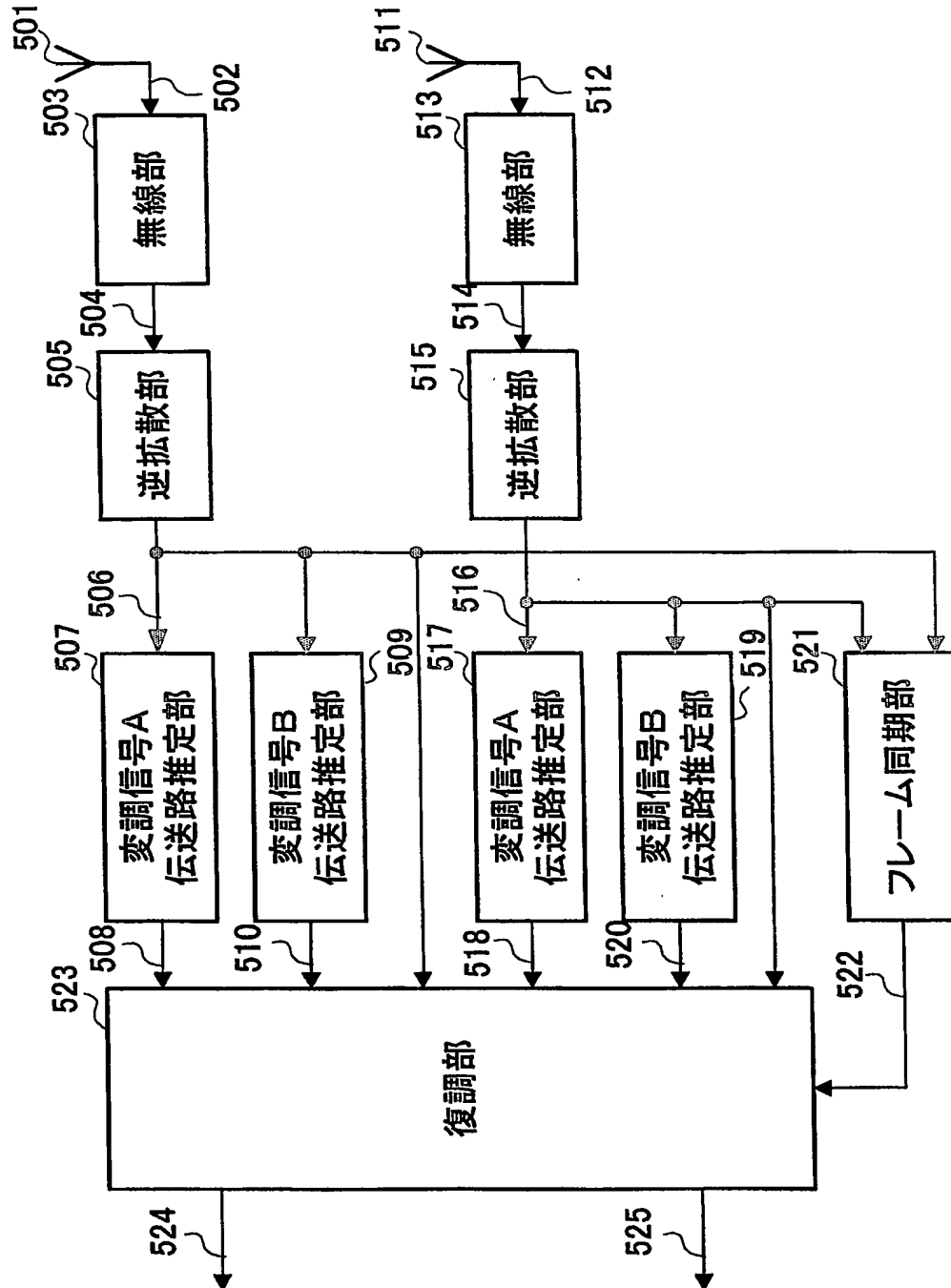
【図 3】



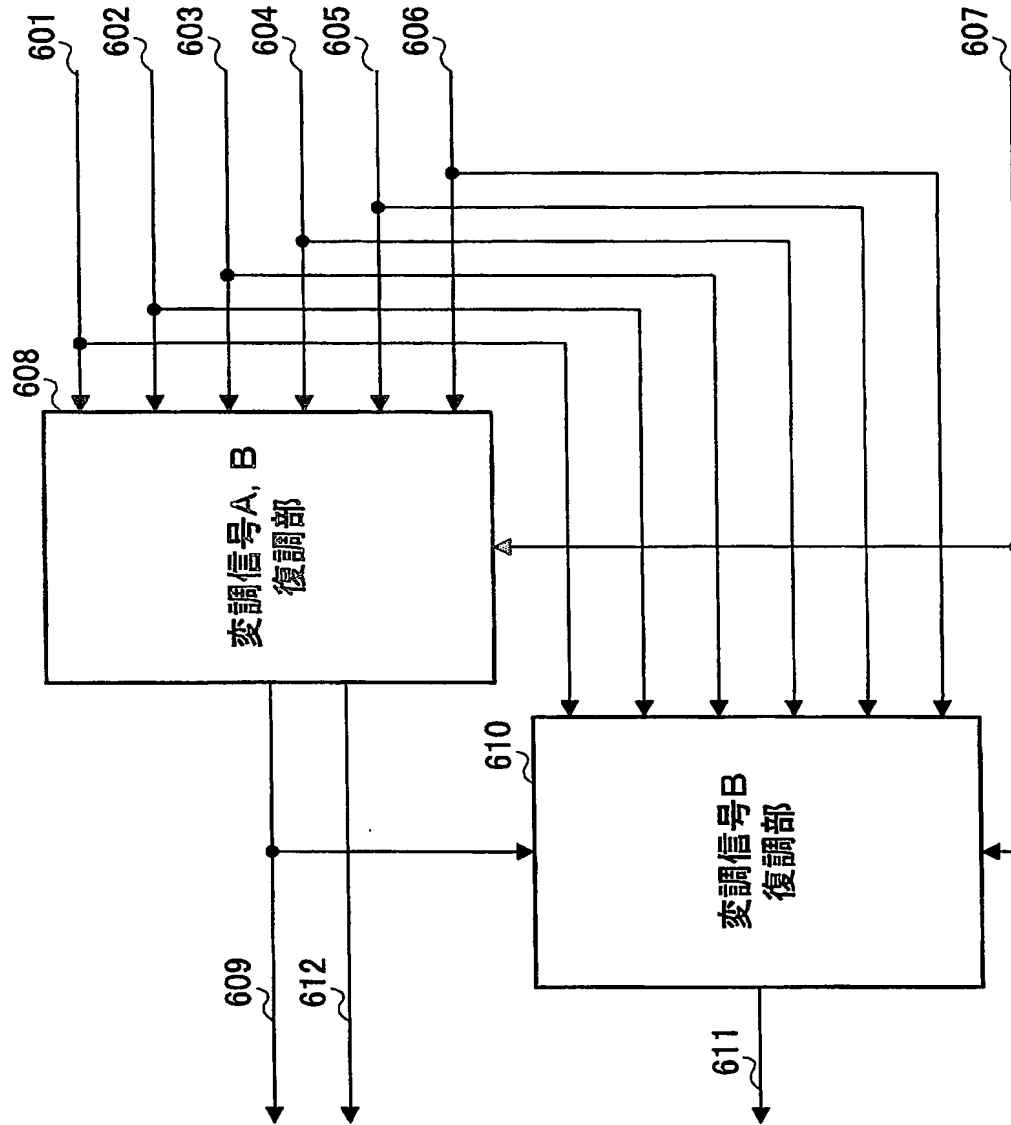
【図 4】



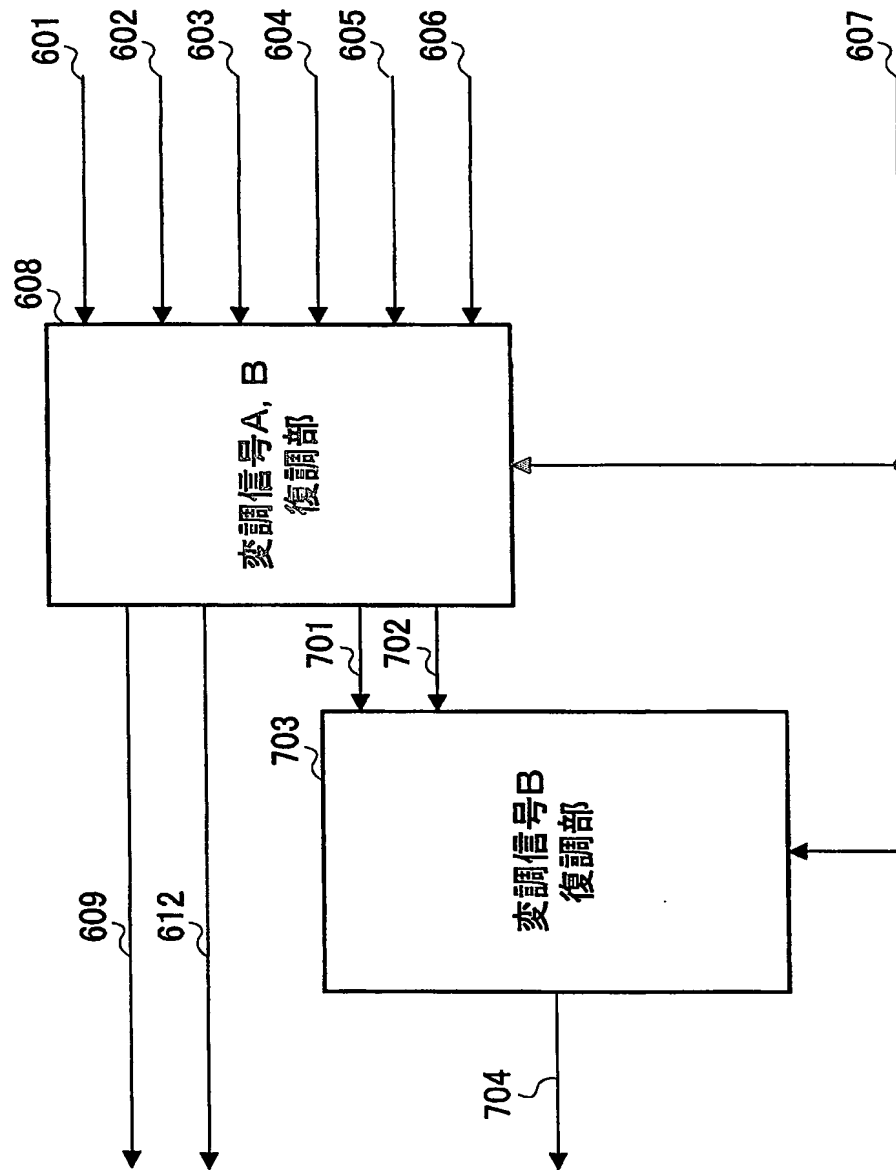
【図 5】



【図 6】

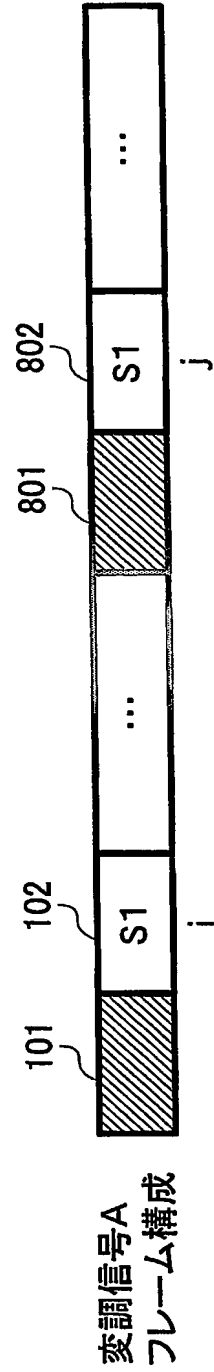


【図 7】

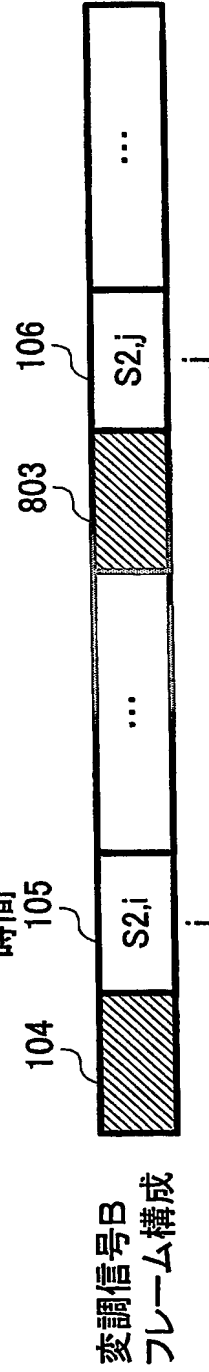


【図 8】

基地局送信信号
フレーム構成

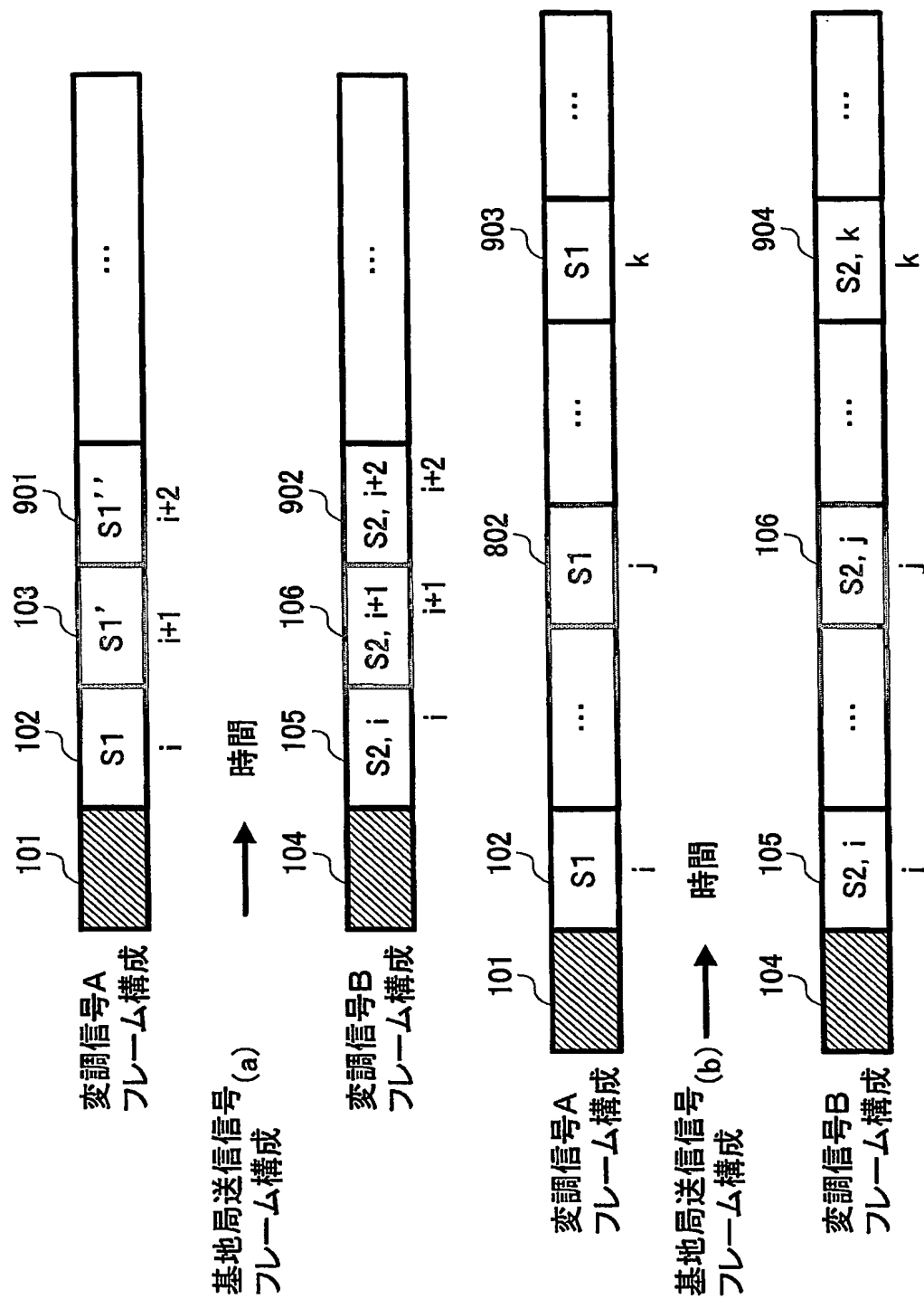


時間
↑

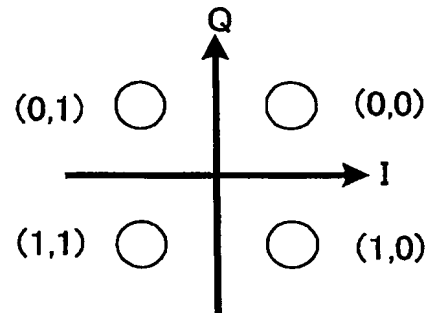


時間
↑

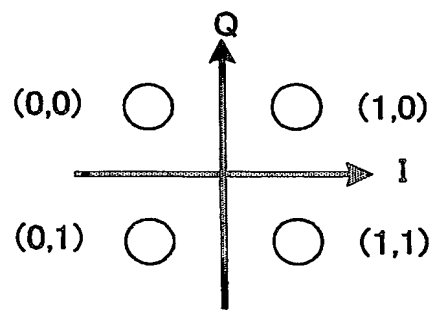
【図 9】



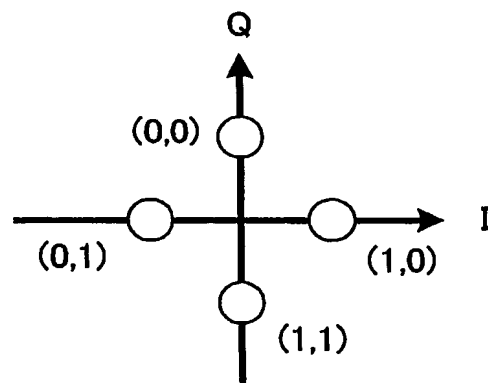
【図 10】



(a) S1の信号点配置

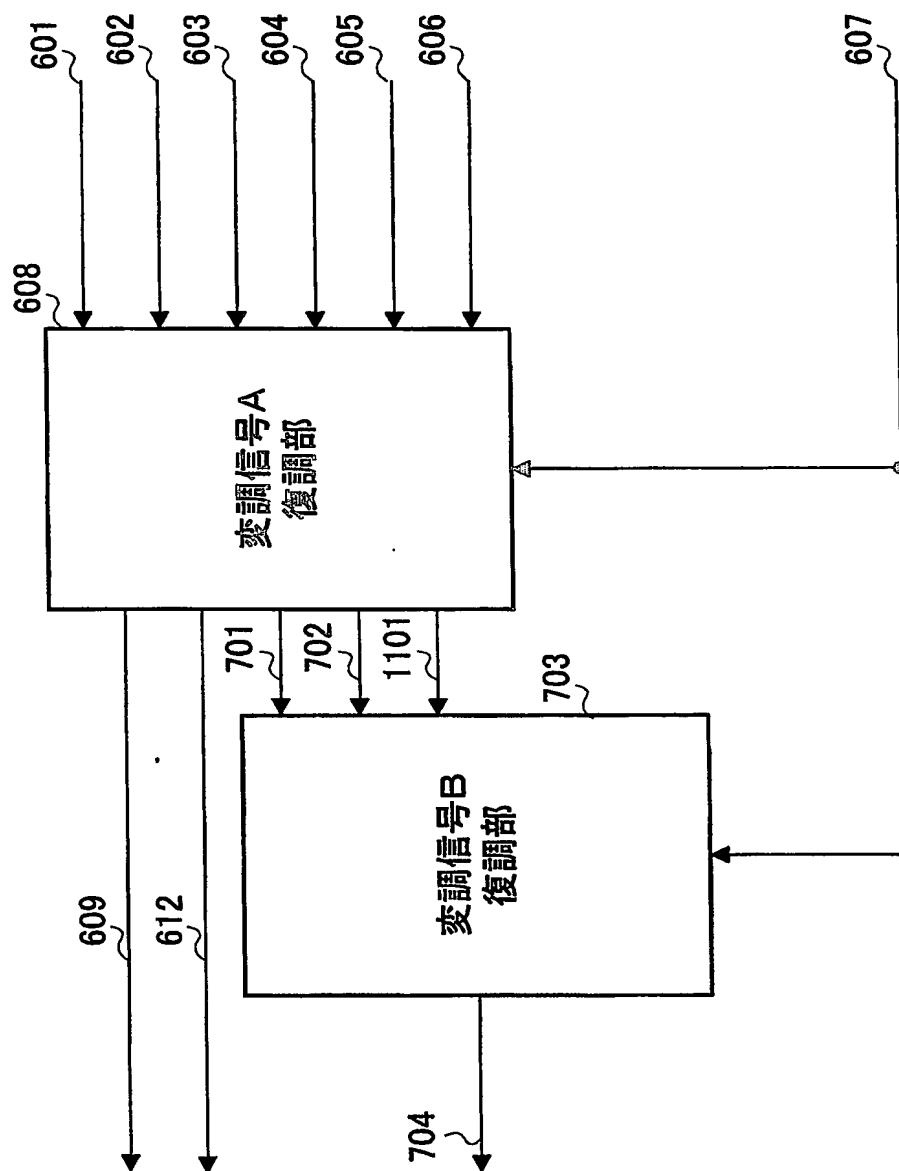


(b) S1'の信号点配置

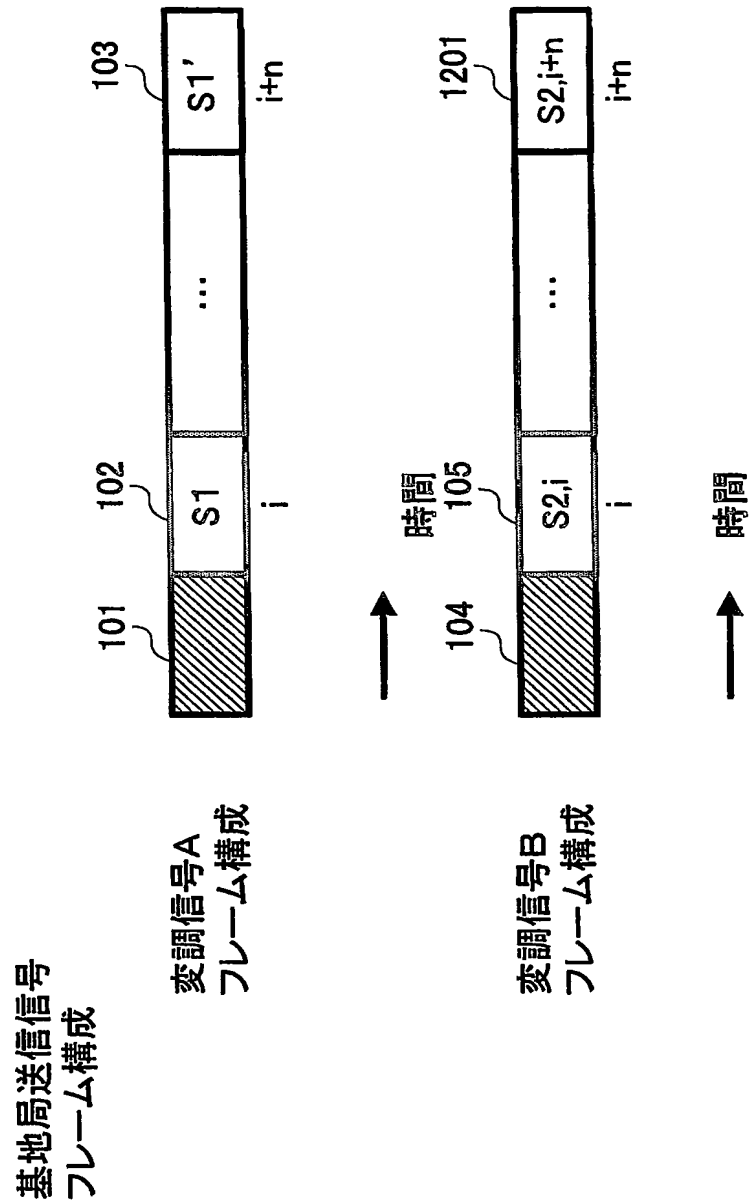


(c) S1''の信号点配置

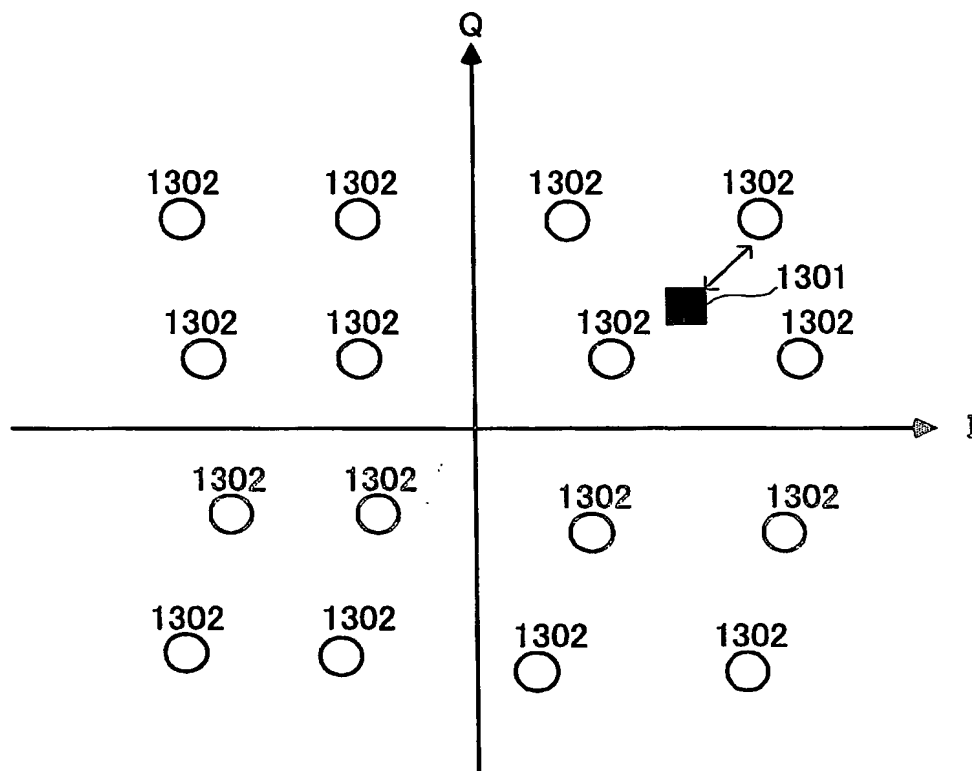
【図 11】



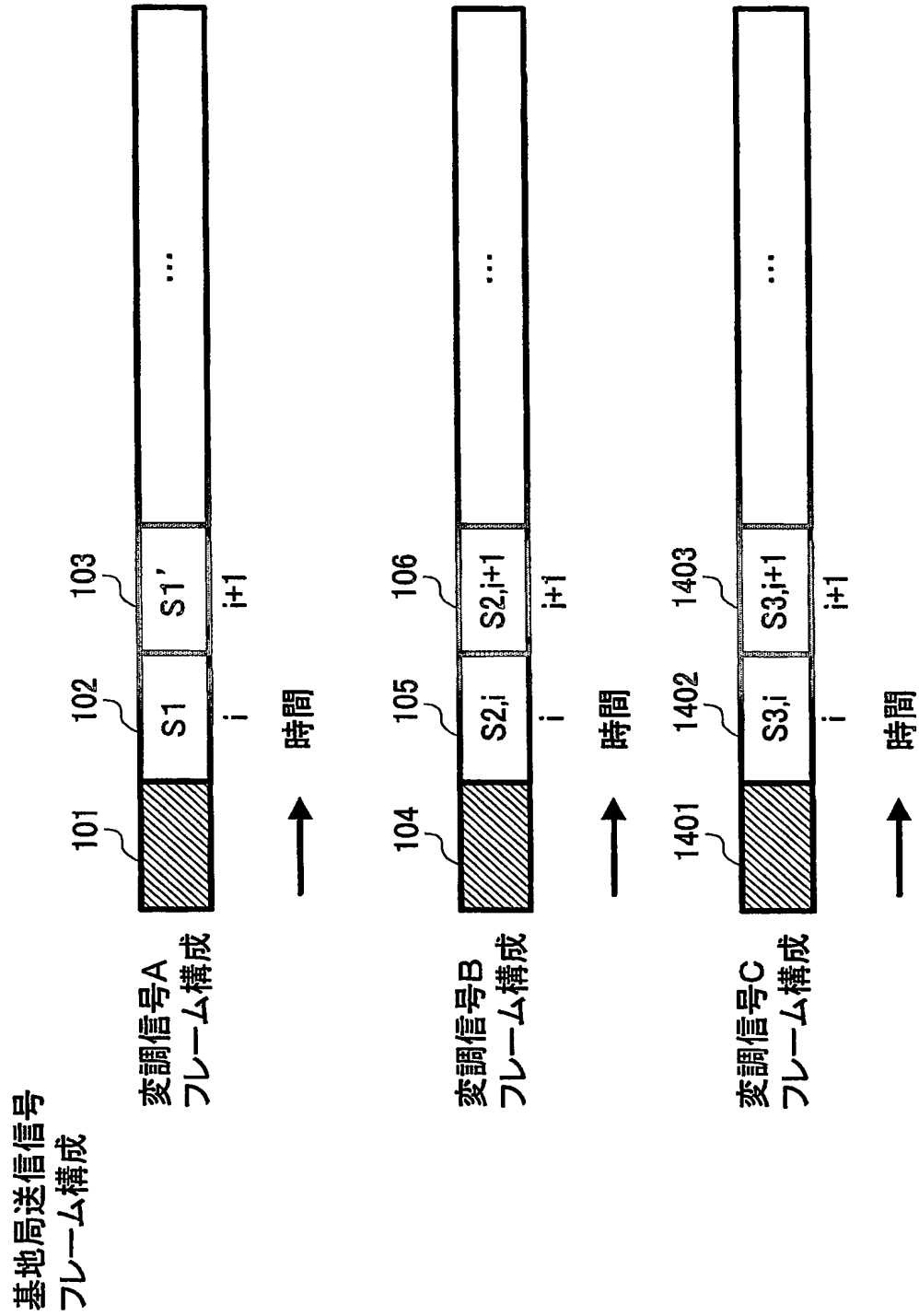
【図 12】



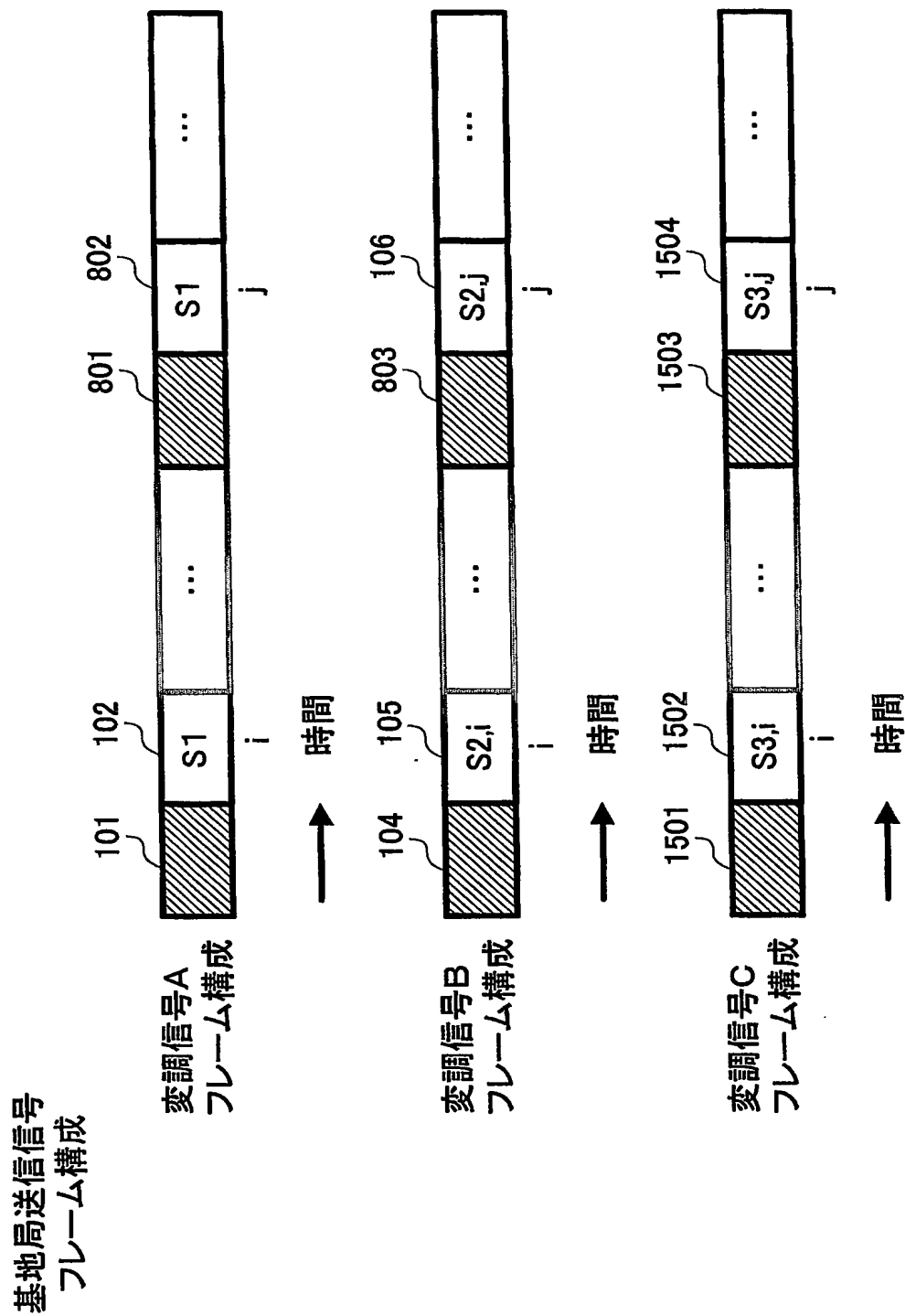
【図 13】



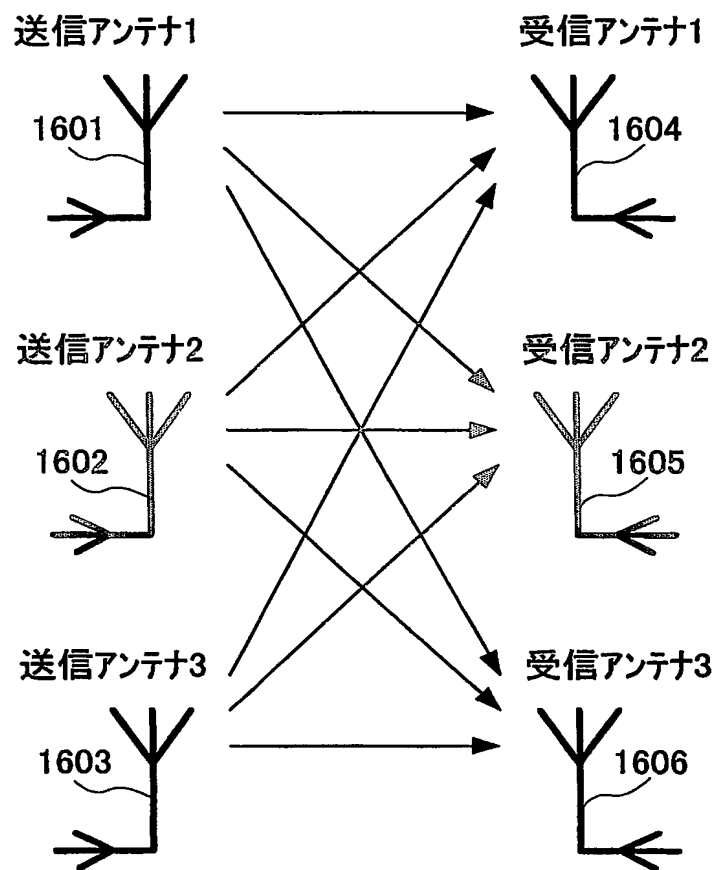
【図 14】



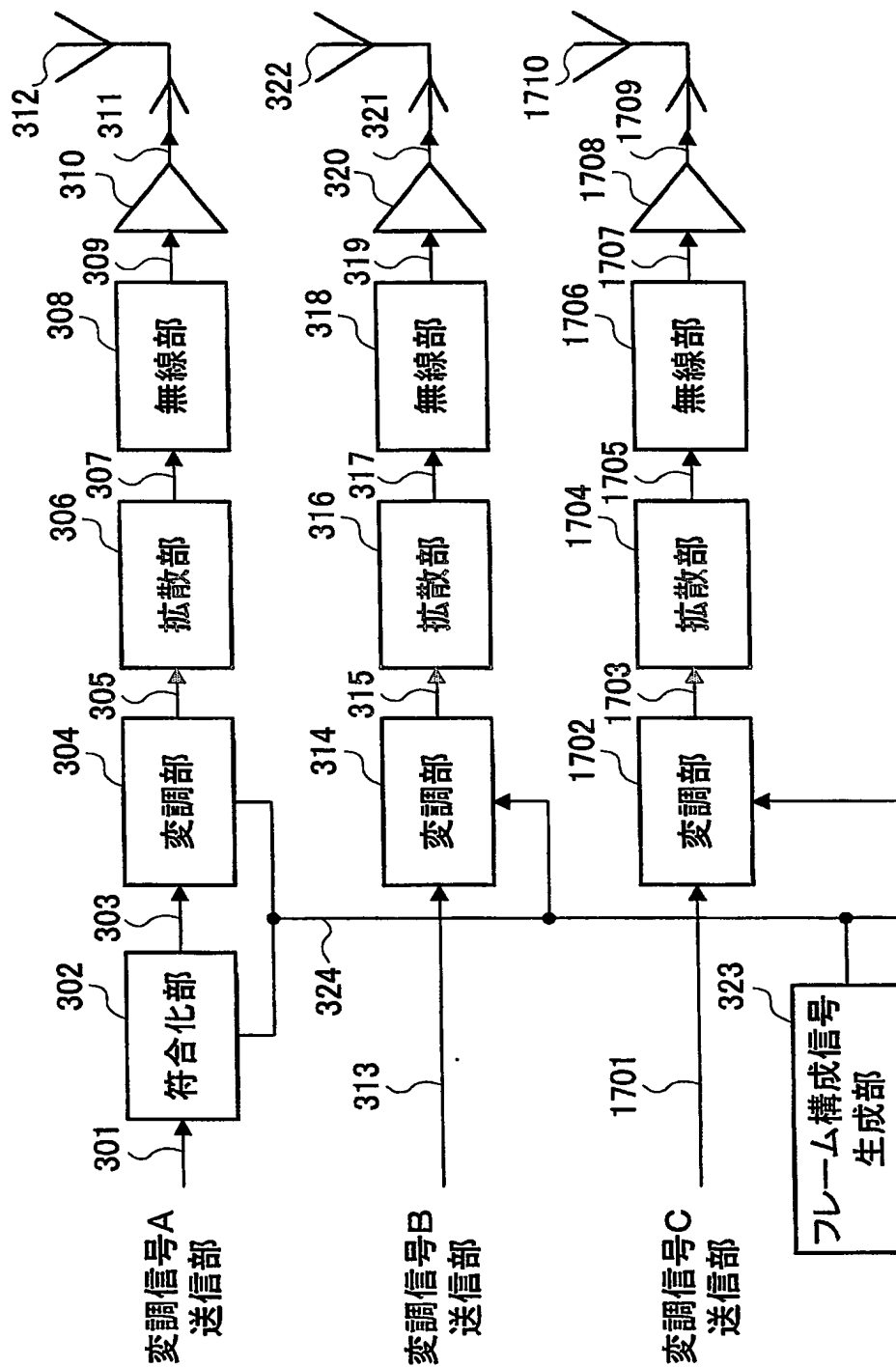
【図 15】



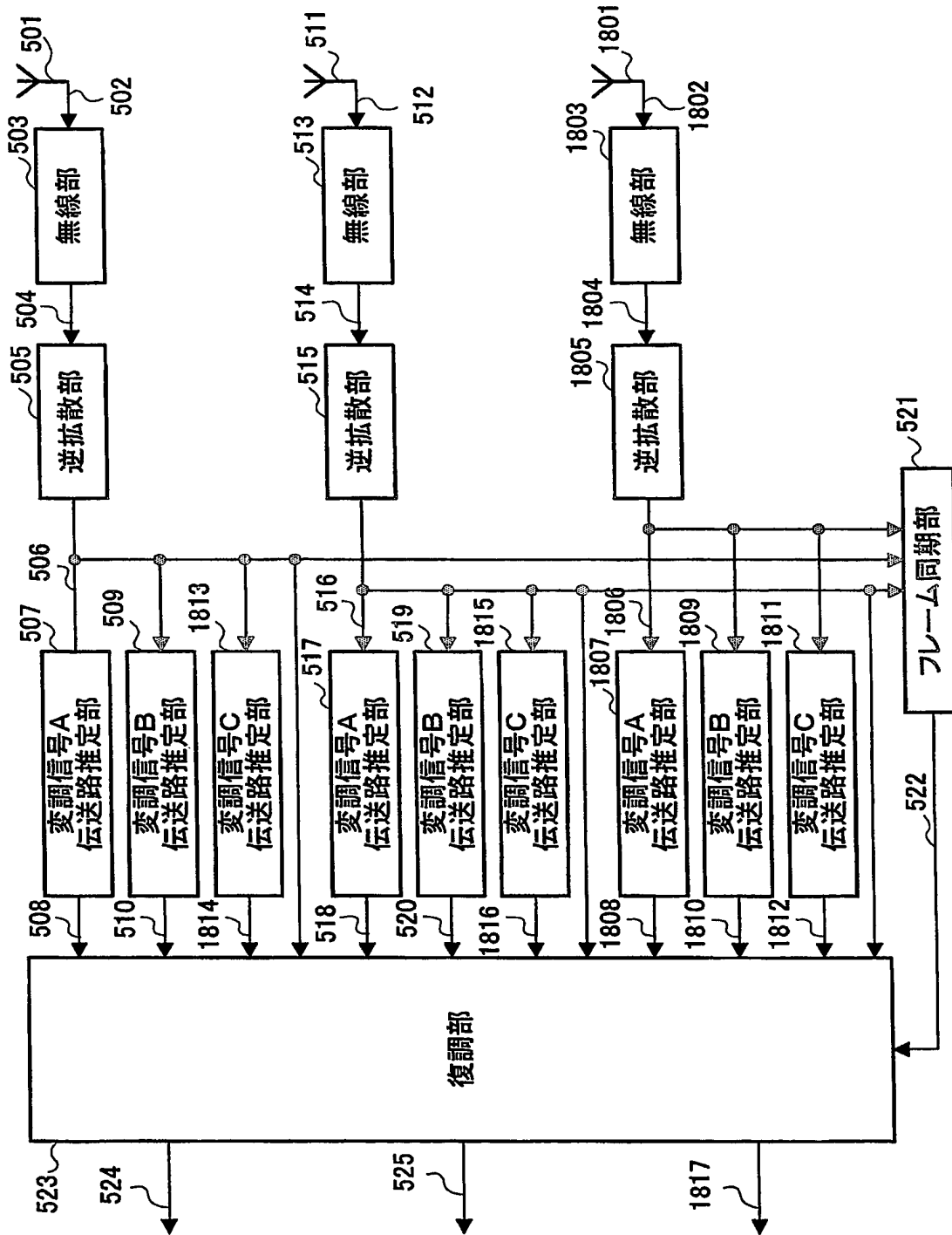
【図 16】



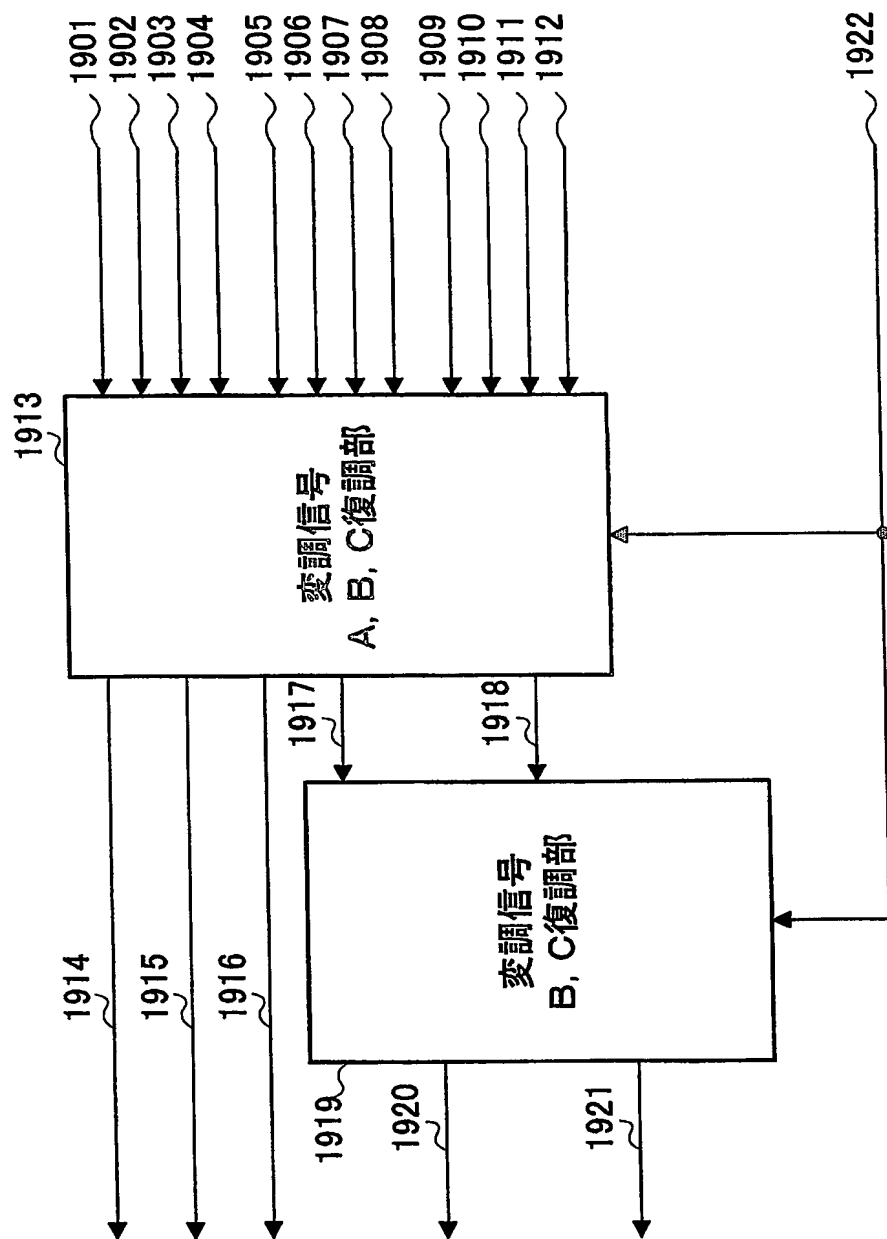
【図 17】



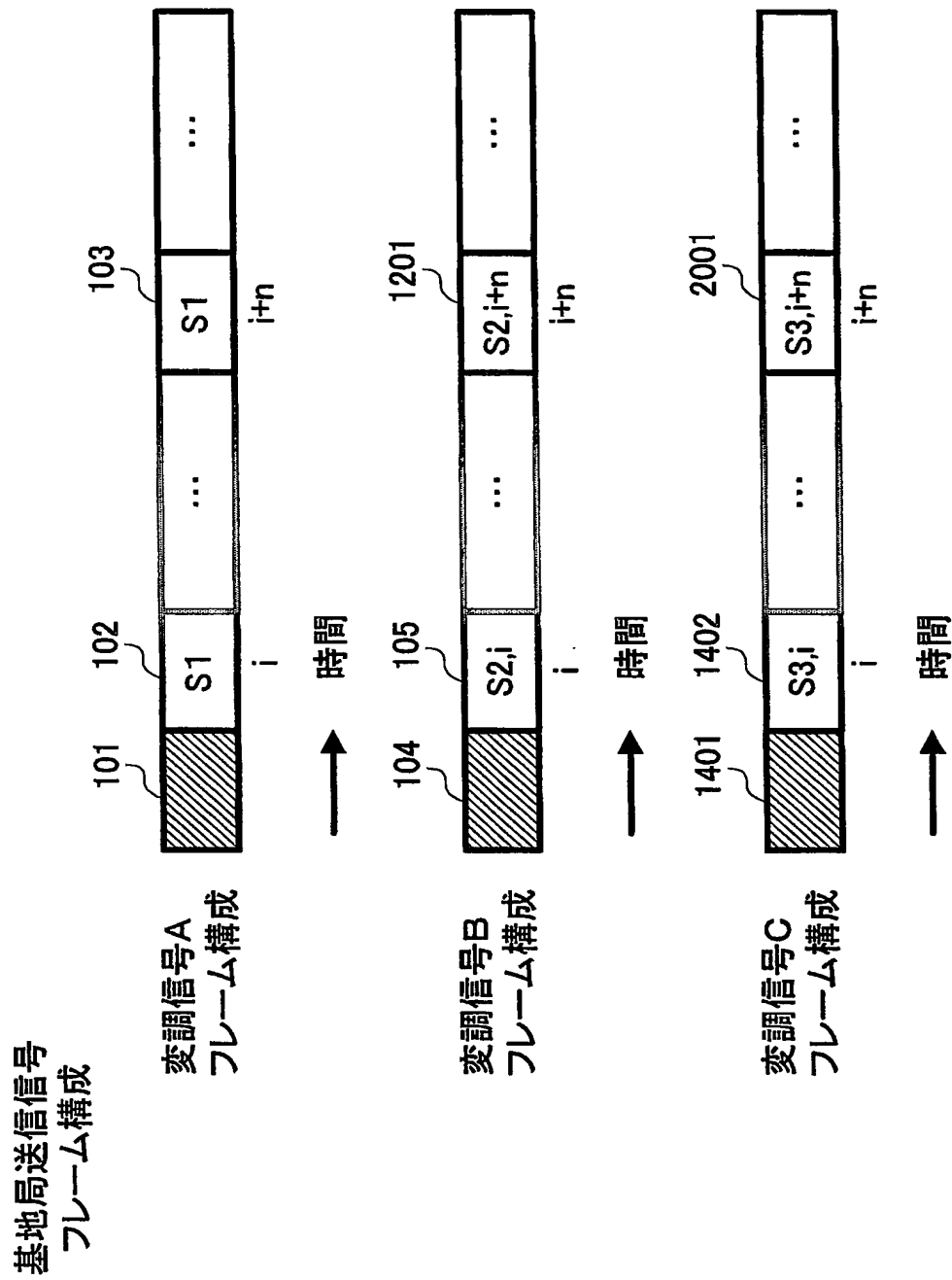
【図 18】



【図 19】

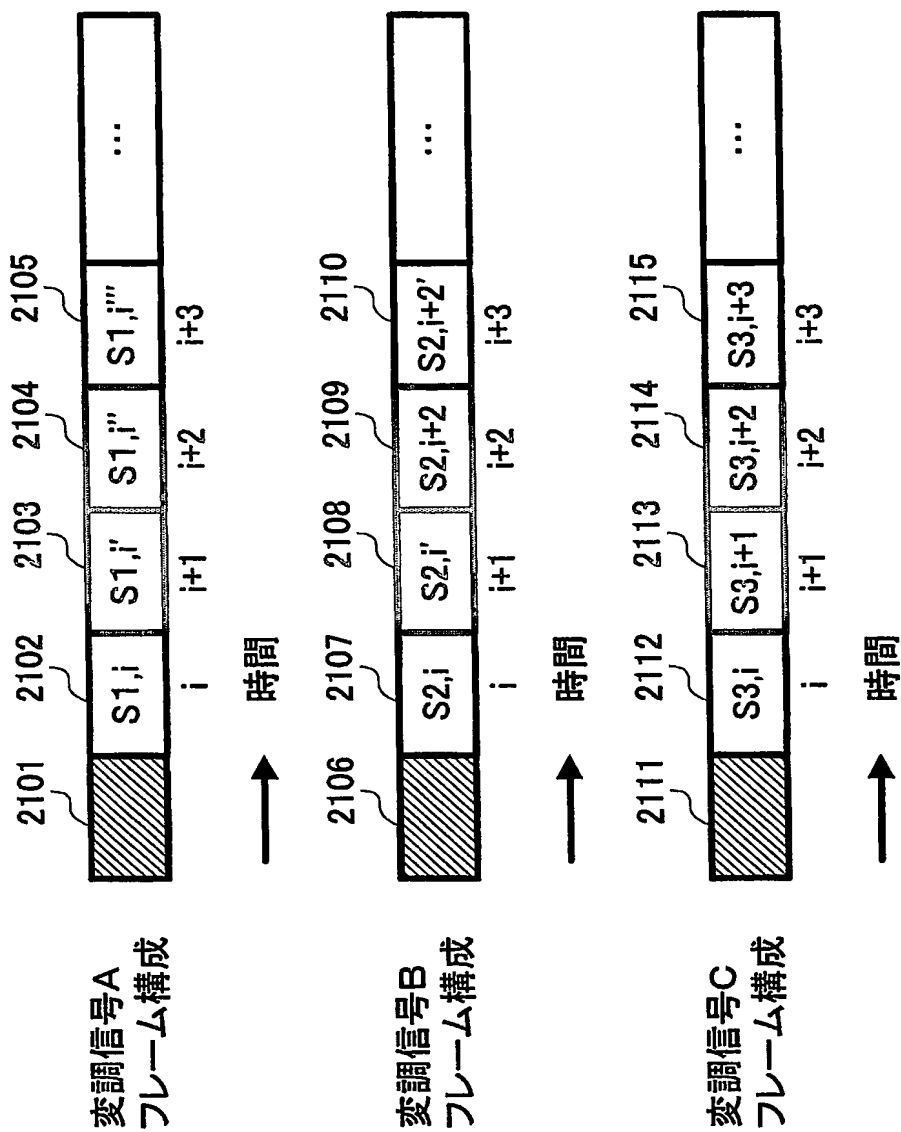


【図 20】

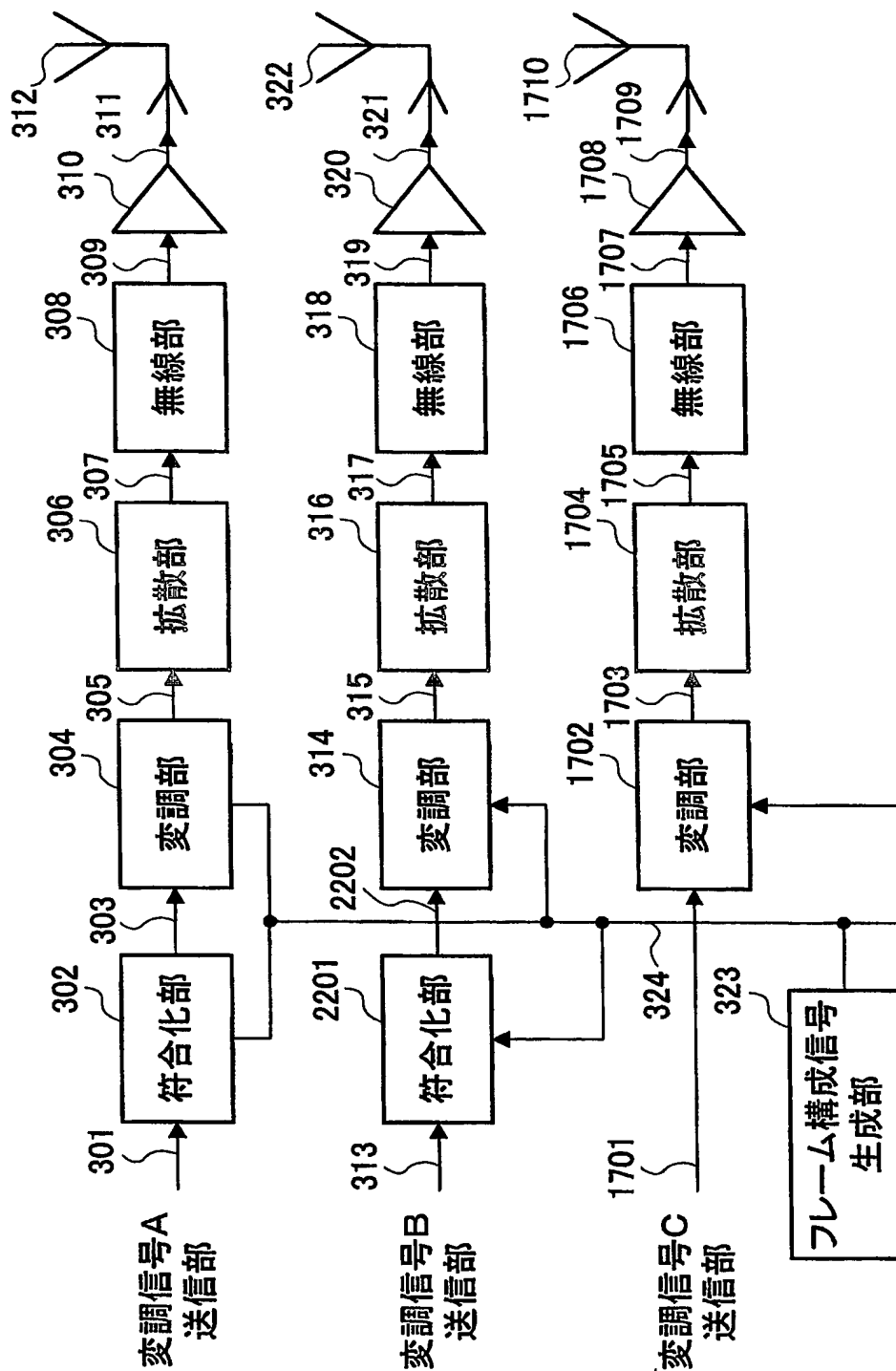


【図21】

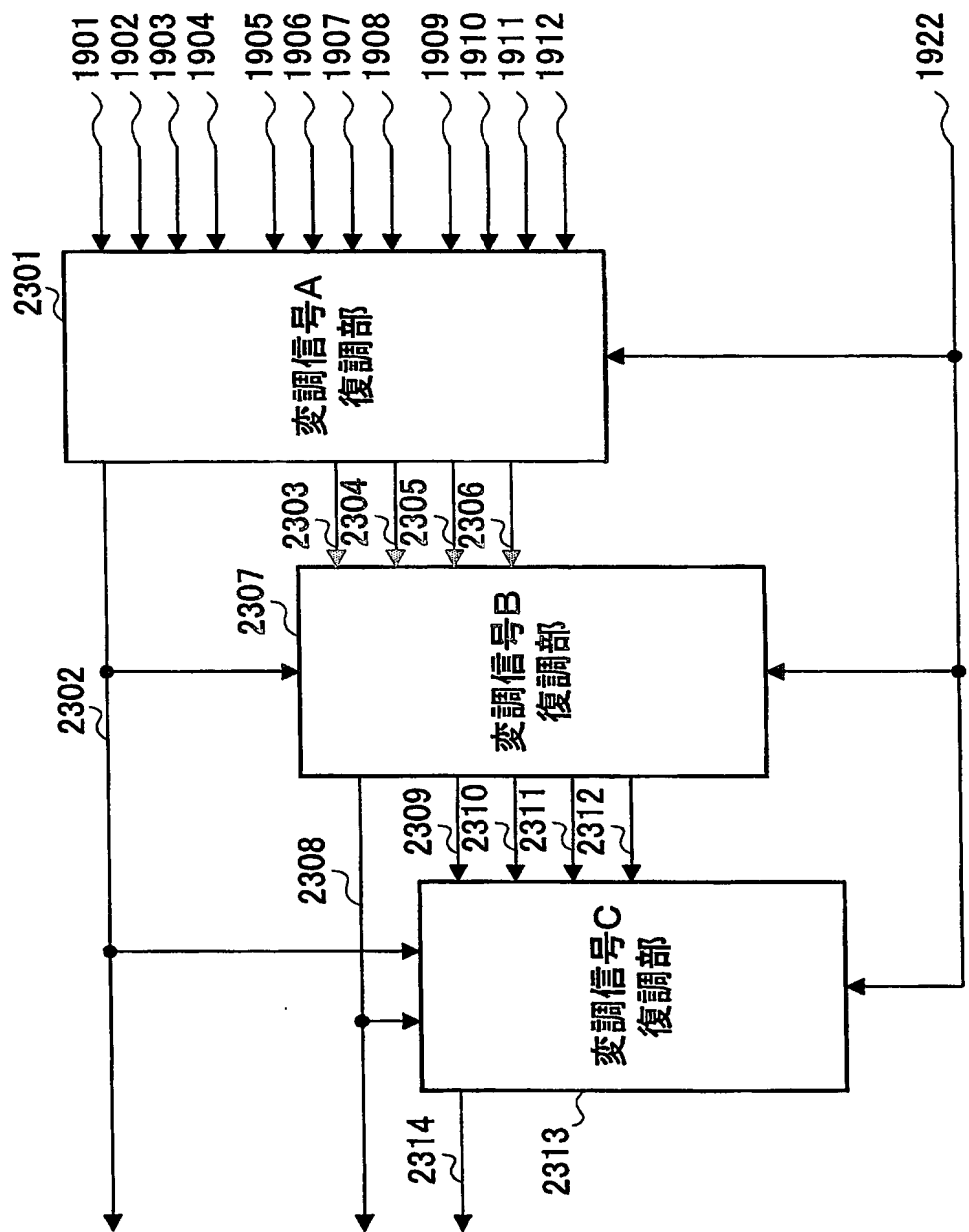
基地局送信信号
フレーム構成



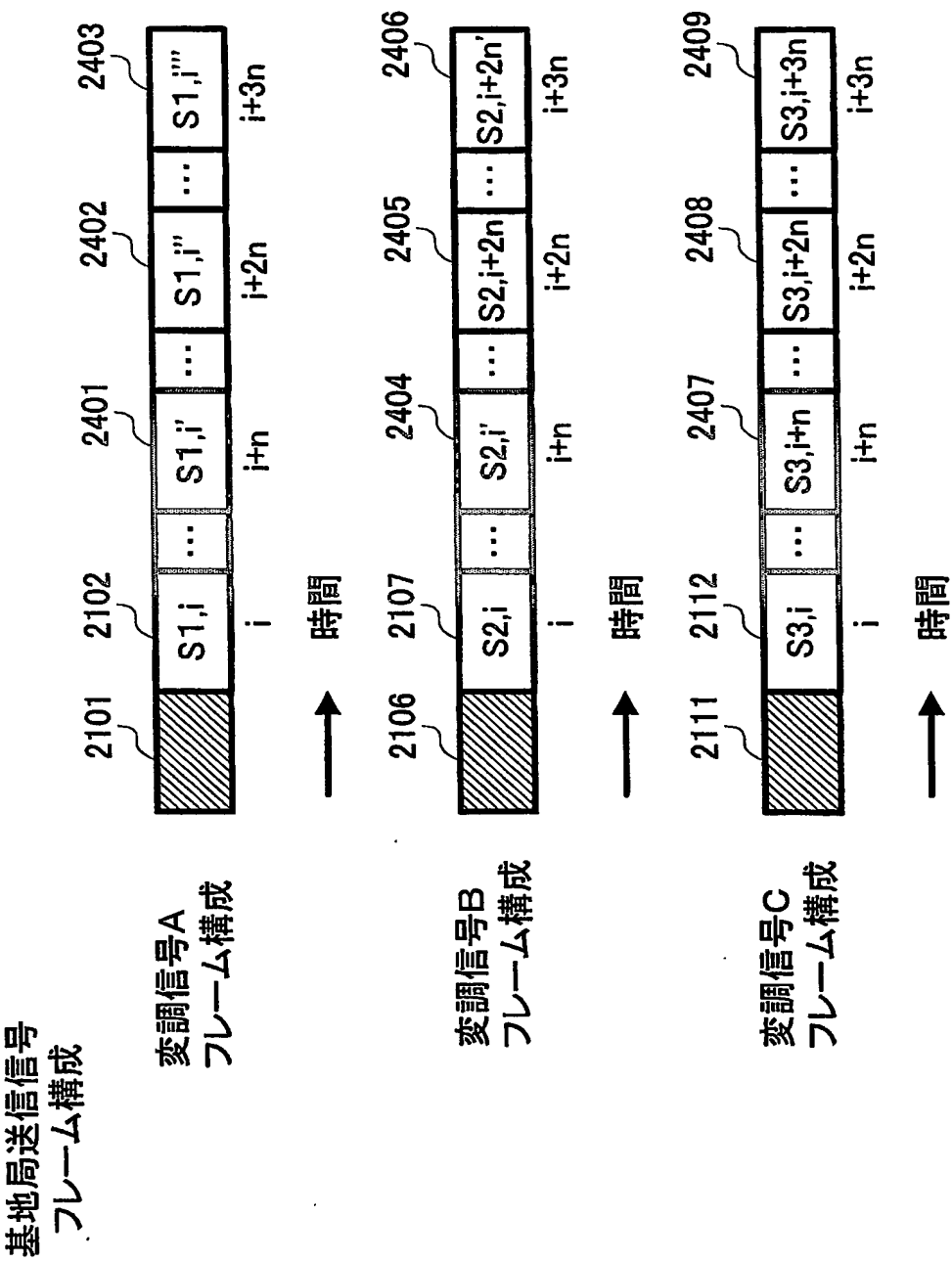
【図 22】



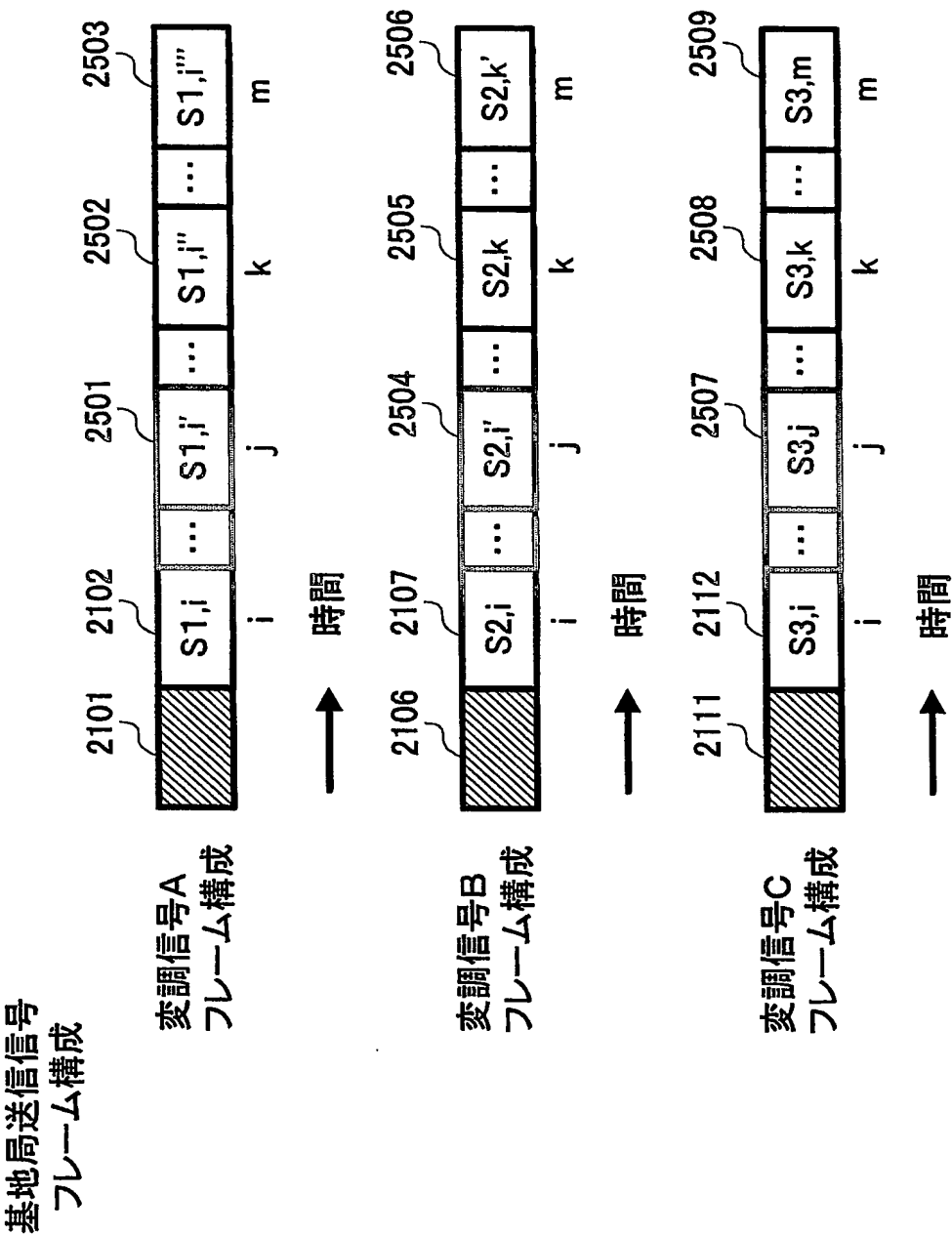
【図 23】



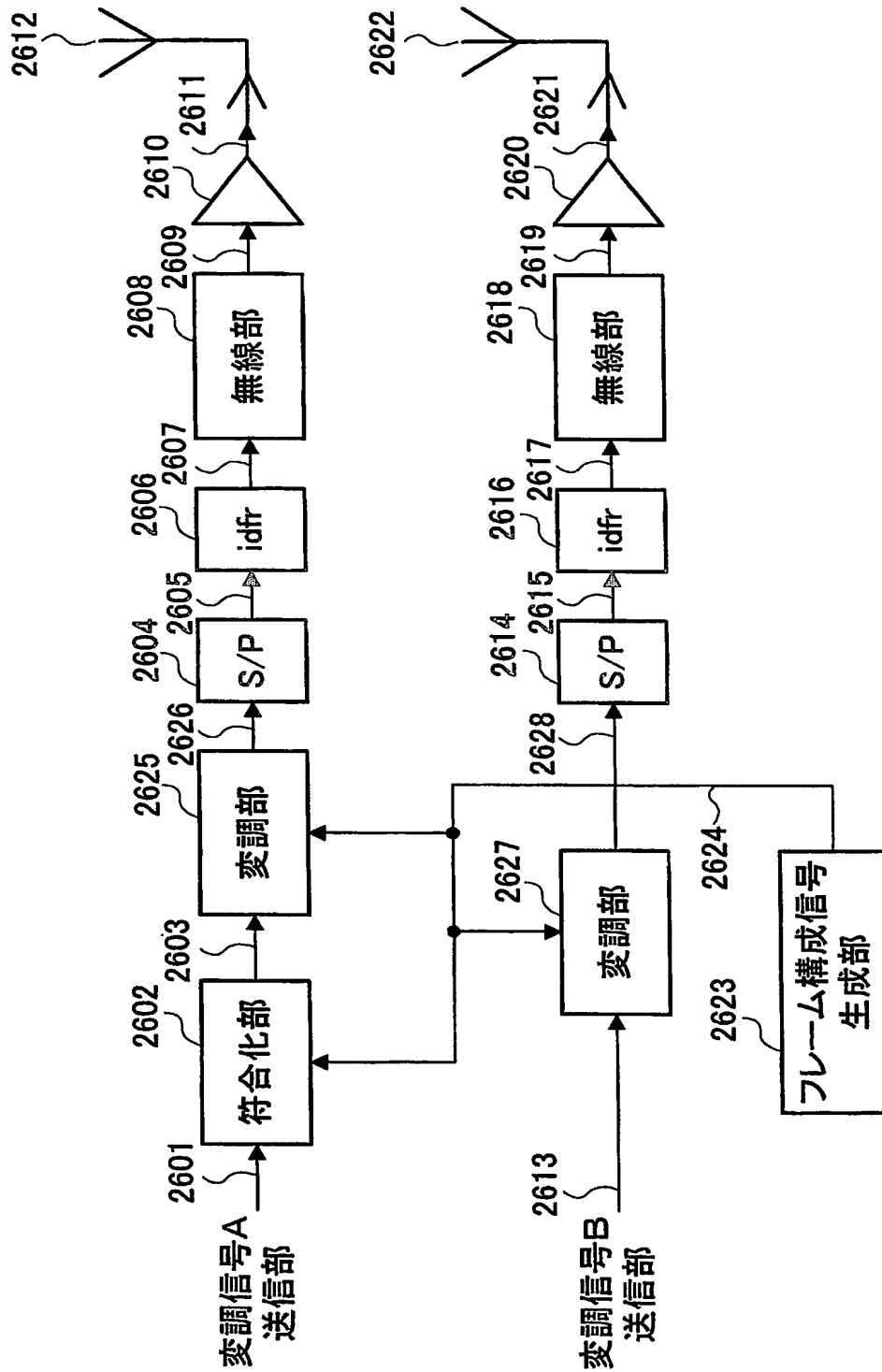
【図 24】



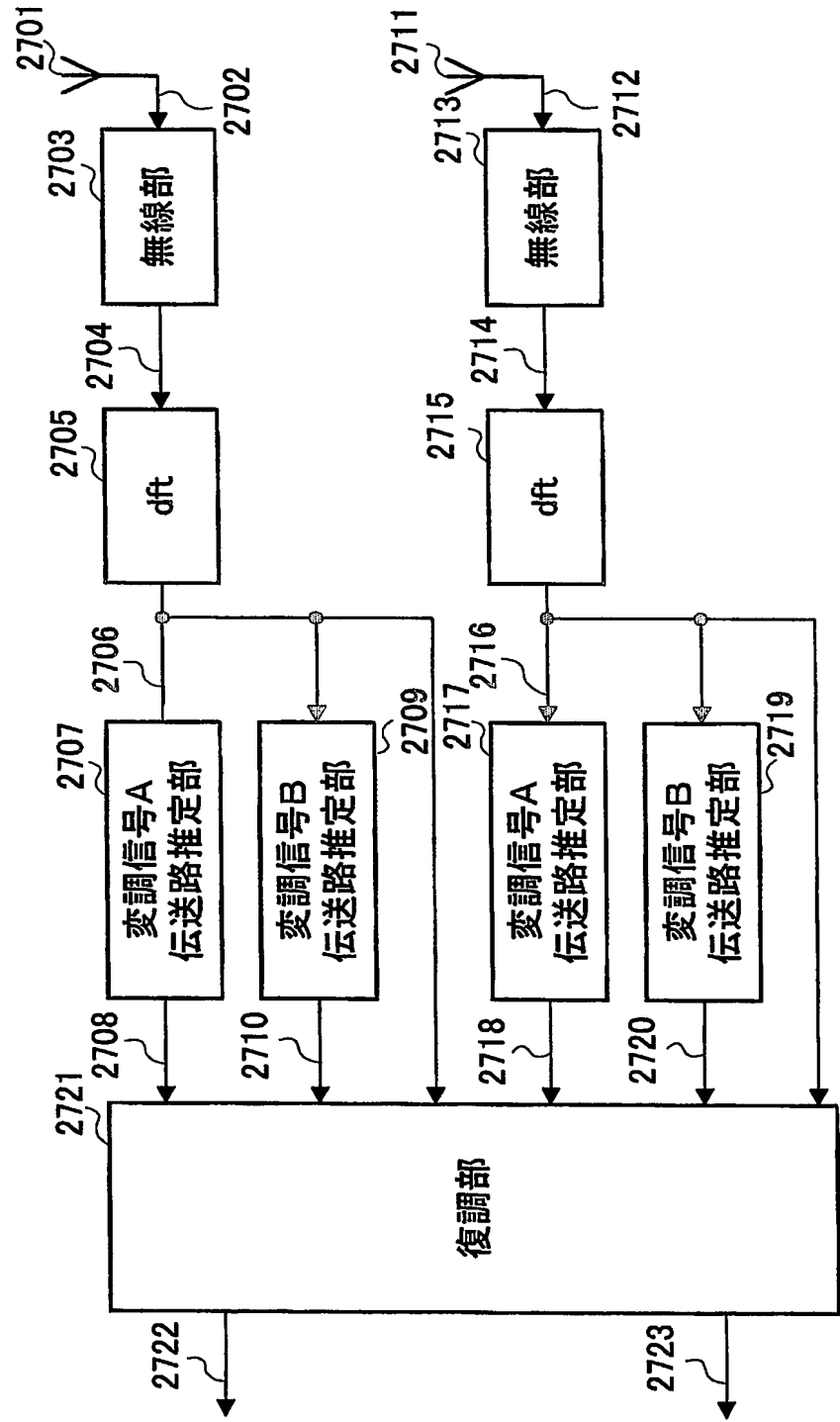
【図 25】



【図 26】

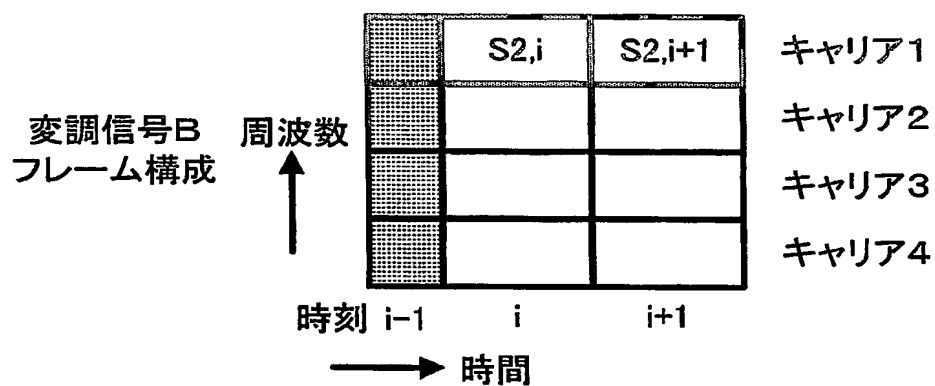
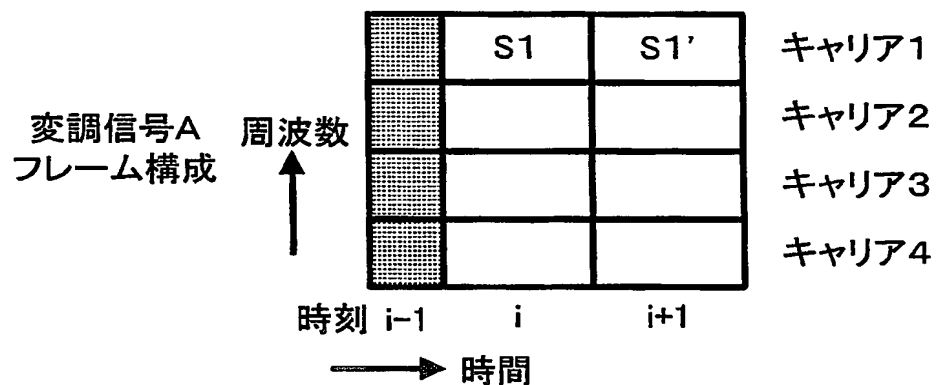


【図 27】



【図 28】

基地局送信信号
フレーム構成

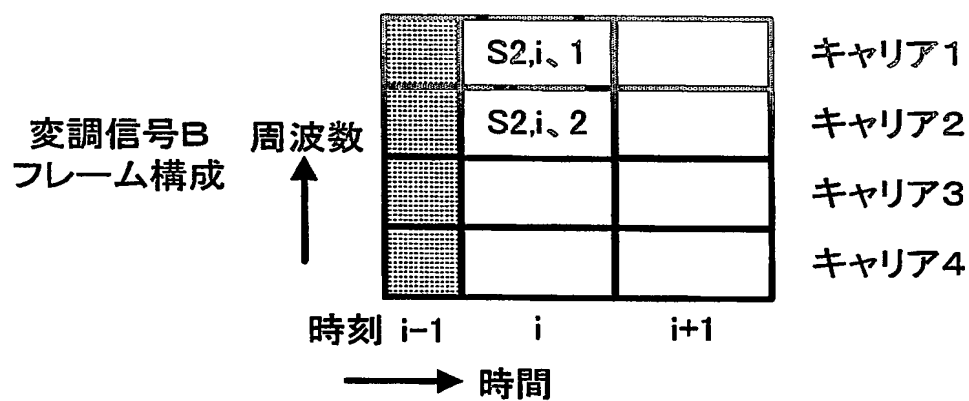
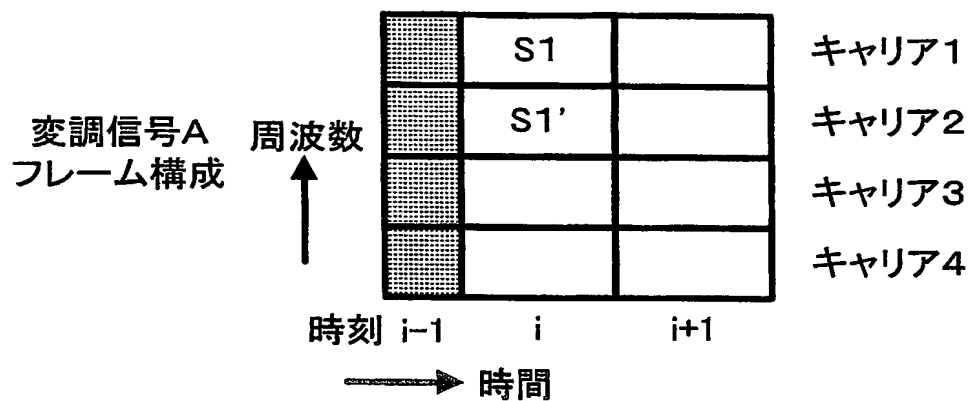


■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

【図 29】

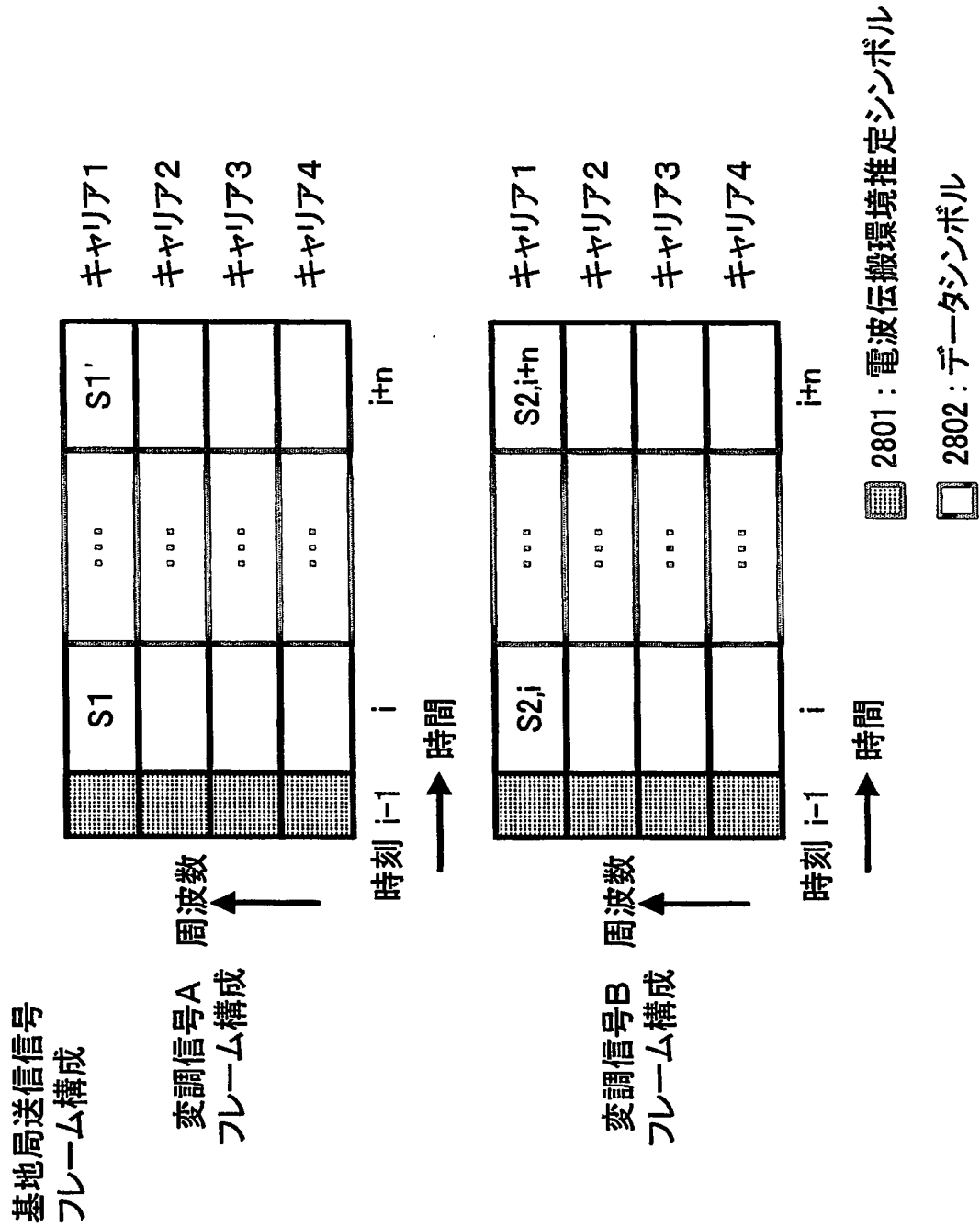
基地局送信信号
フレーム構成



■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

【図 30】



【図 31】

基地局送信信号
フレーム構成

変調信号A
フレーム構成

周波数
↑

	S1	
⋮	⋮	⋮
S1'		
⋮	⋮	⋮

キャリア1

キャリア1+n

時刻 i-1 i i+1

→ 時間

変調信号B
フレーム構成

周波数
↑

	S2,i、1	
⋮	⋮	⋮
S2,i、2		
⋮	⋮	⋮

キャリア1

キャリア1+n

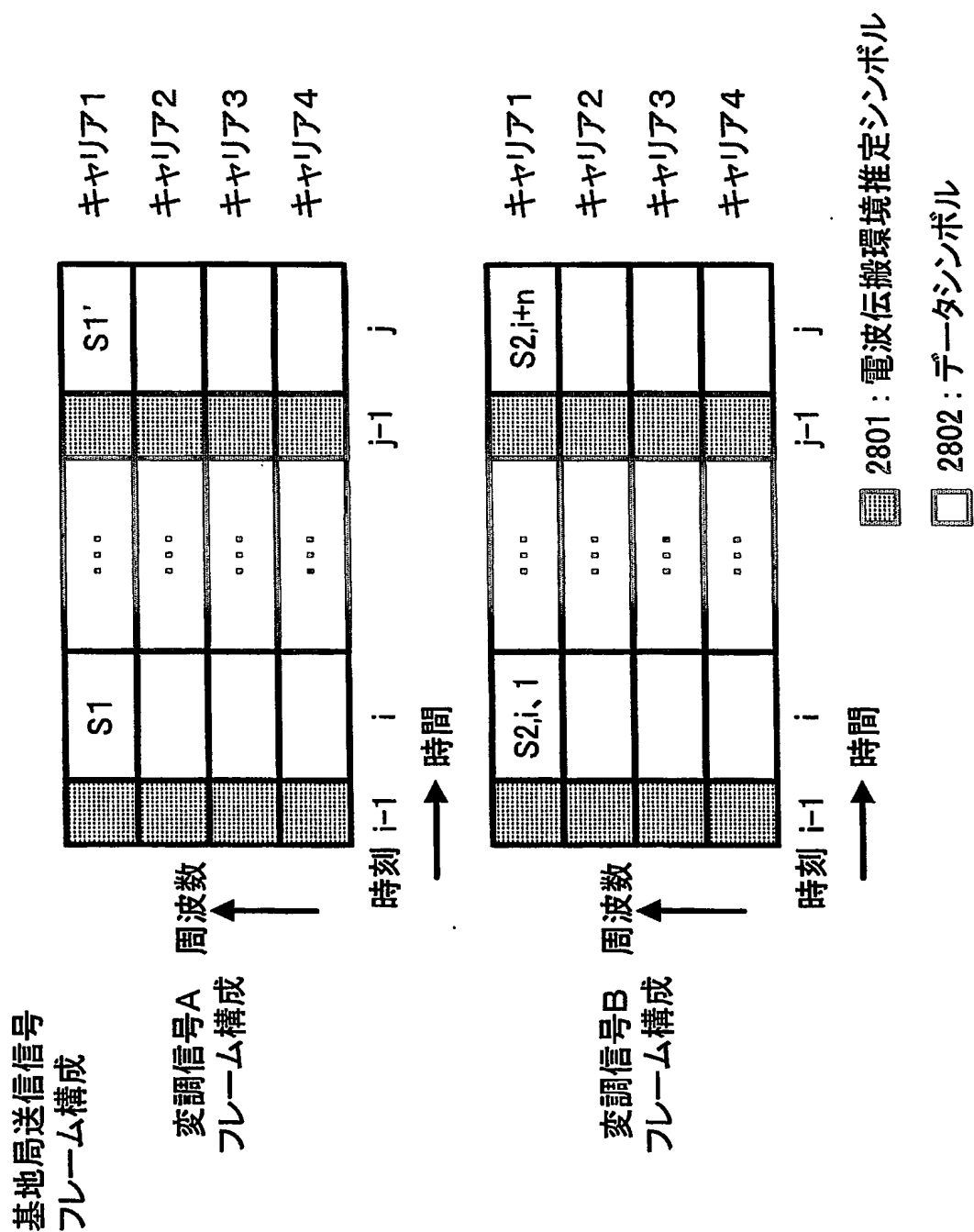
時刻 i-1 i i+1

→ 時間

■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

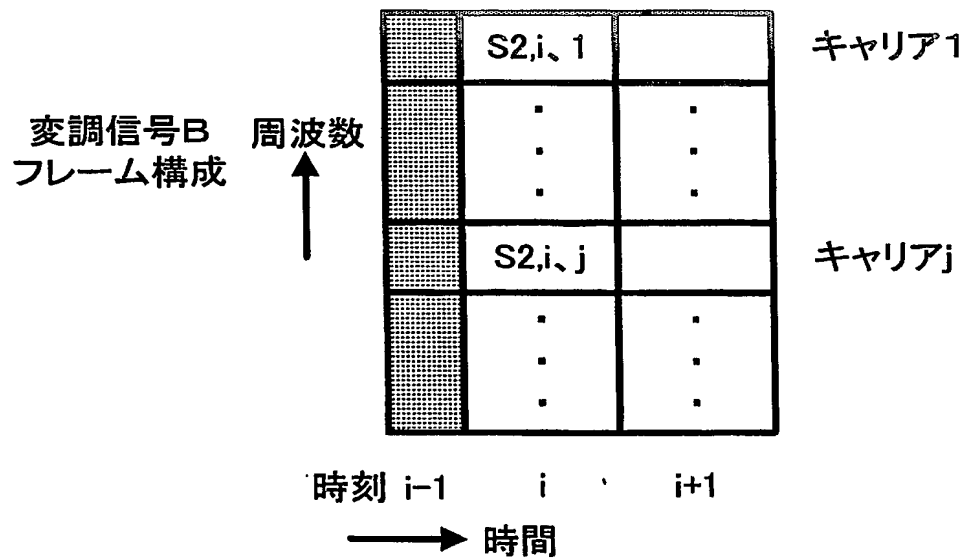
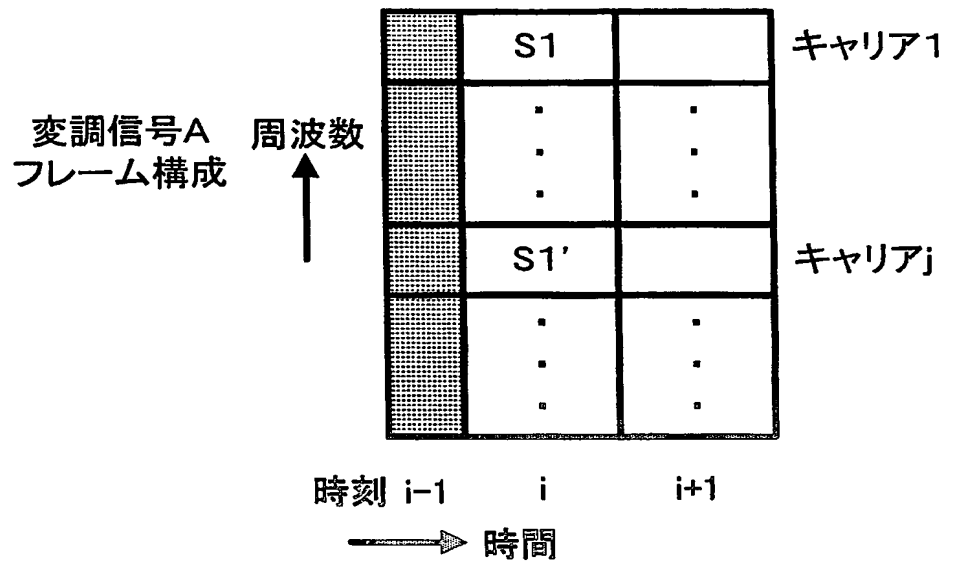
□ 2802 : データシンボル

【図 32】



【図 33】

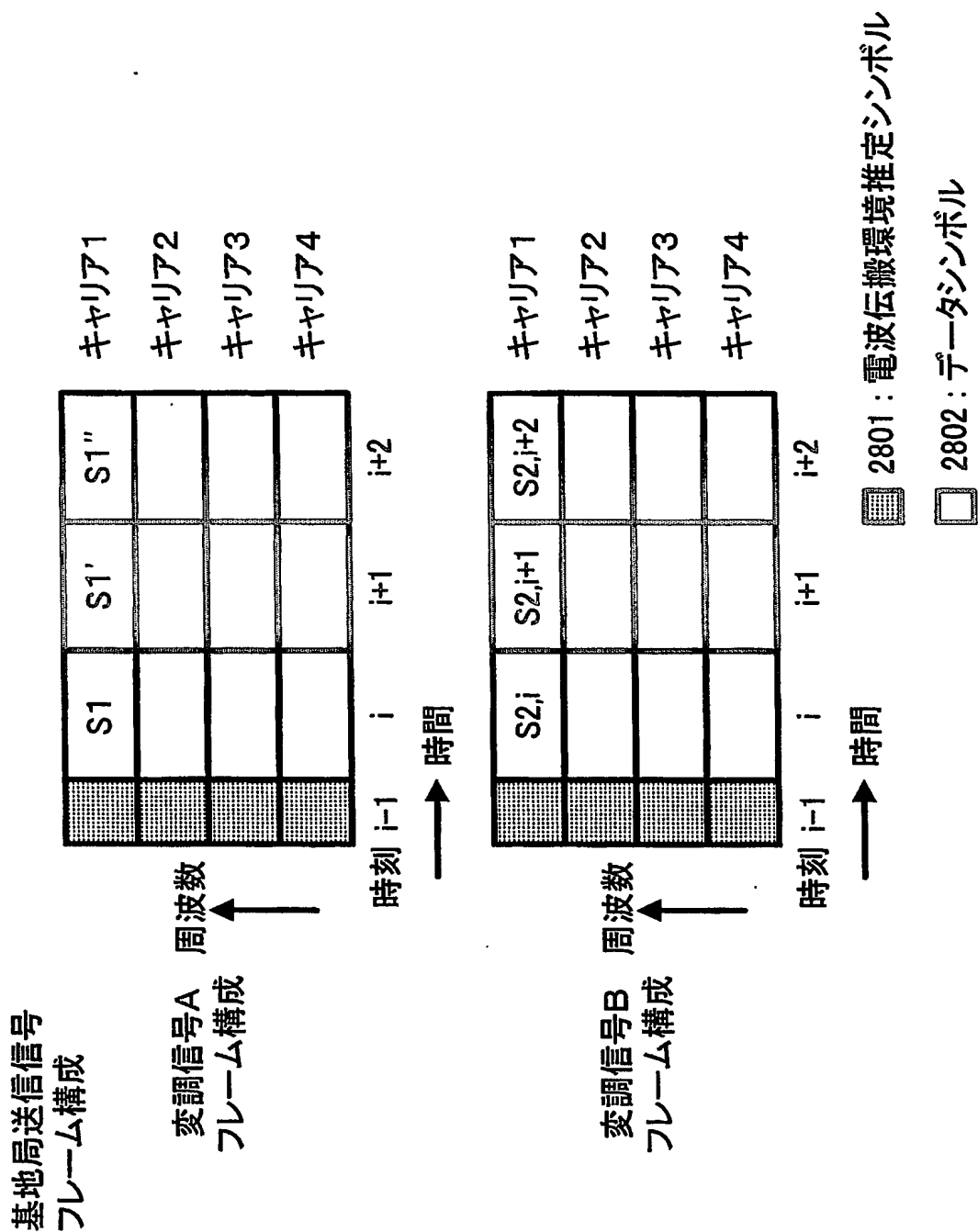
基地局送信信号
フレーム構成



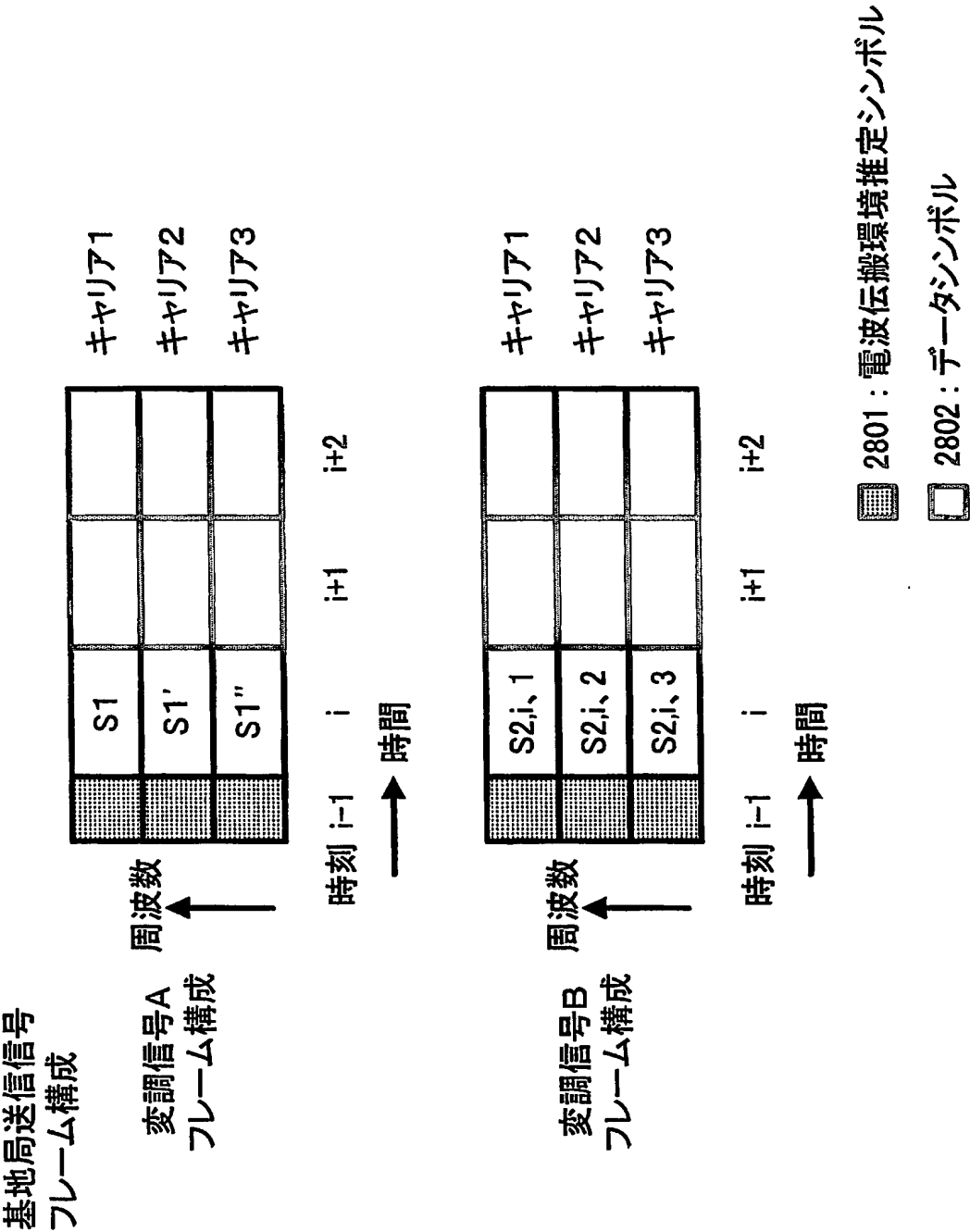
■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

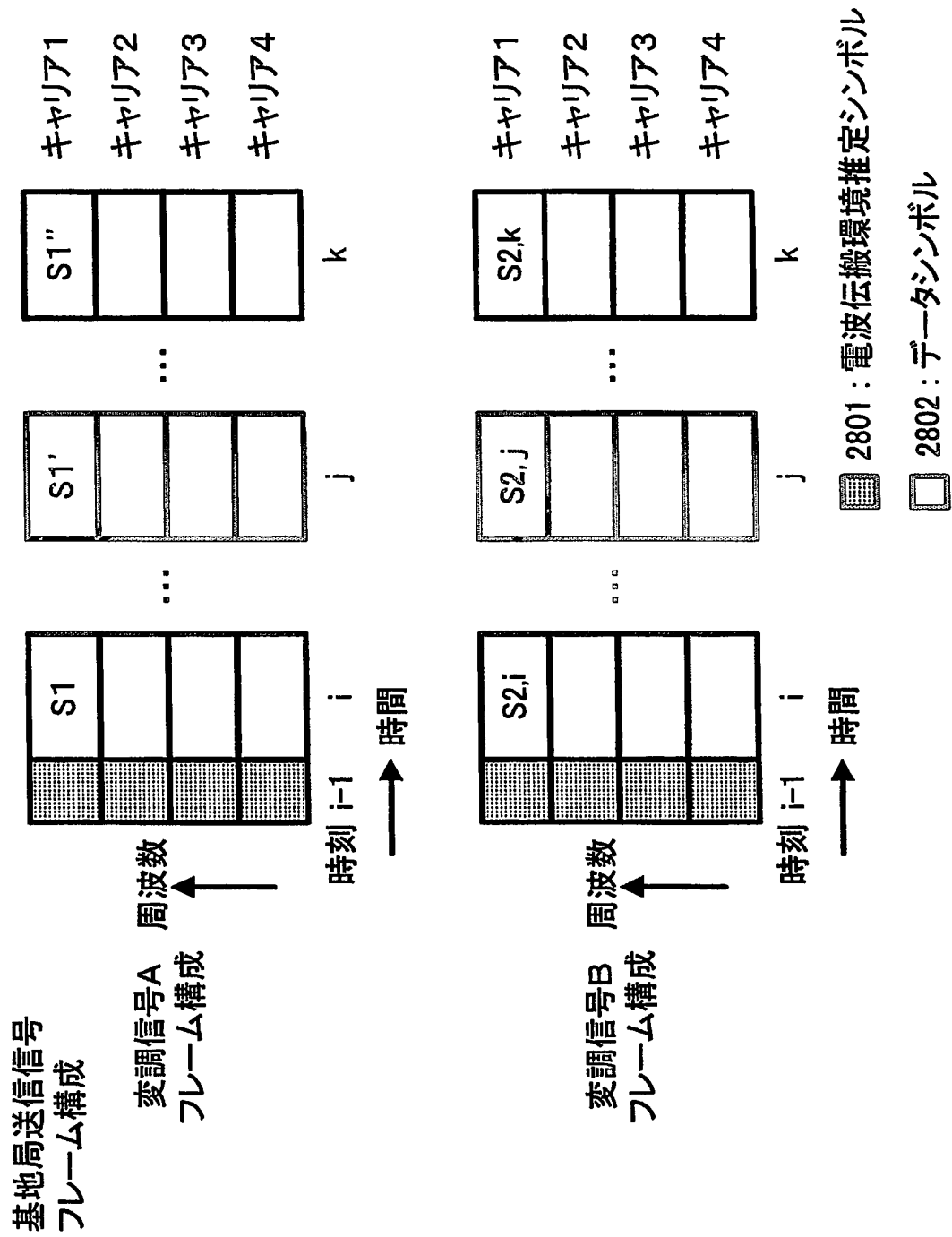
【図 34】



【図 35】

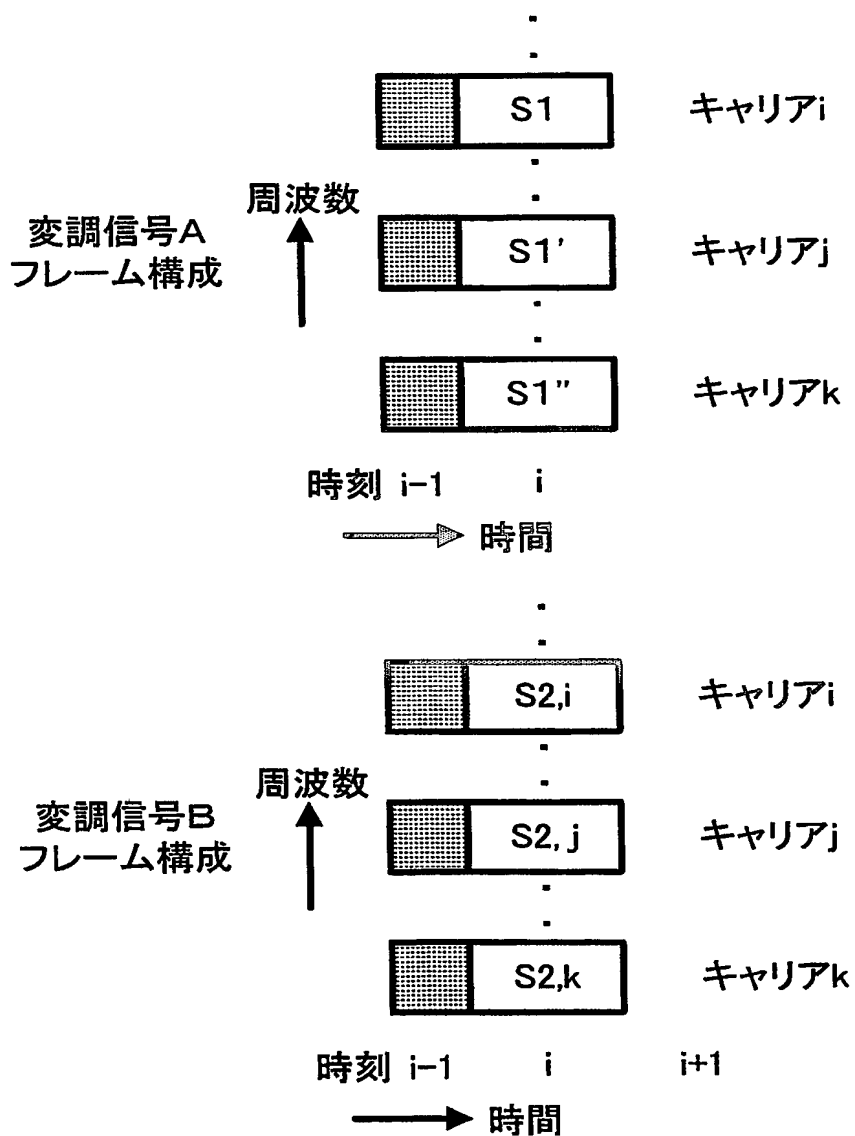


【図 36】



【図 37】

基地局送信信号
フレーム構成

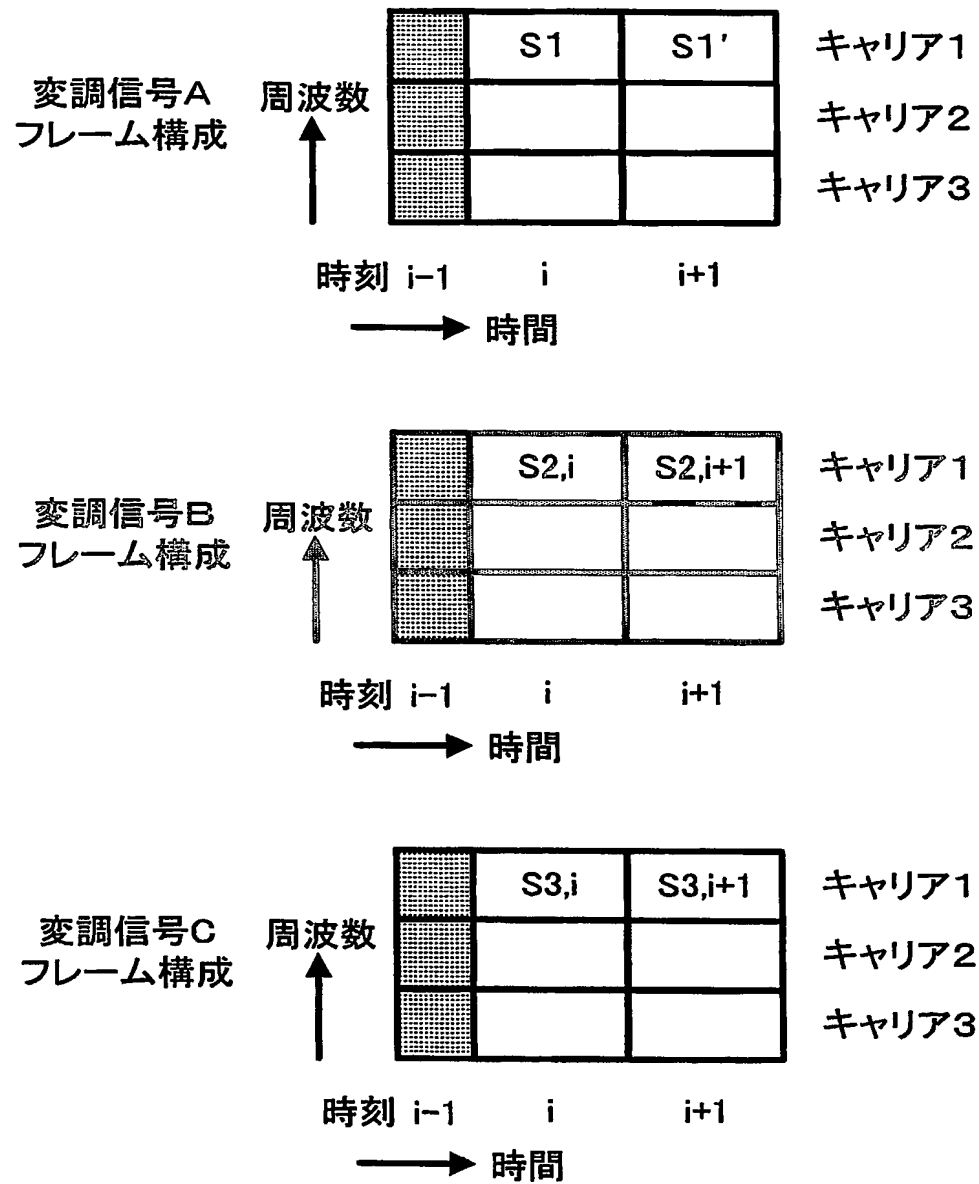


2801: 電波伝搬環境推定シンボル

2802: データシンボル

【図 38】

基地局送信信号
フレーム構成



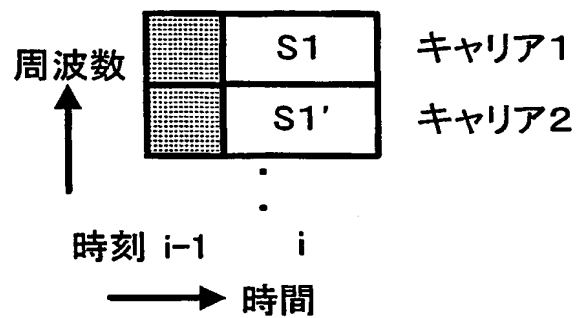
■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

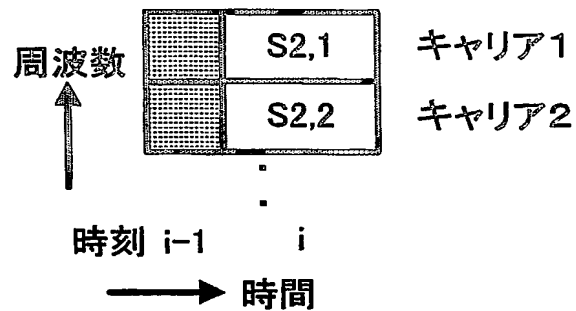
【図 39】

基地局送信信号
フレーム構成

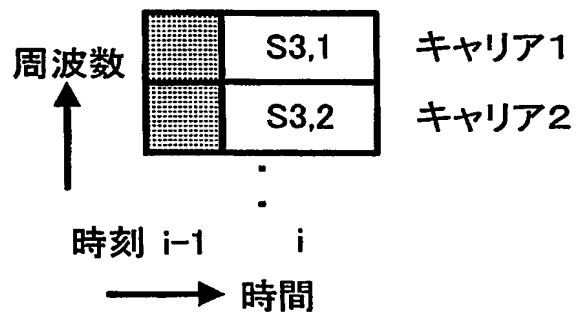
変調信号A
フレーム構成



変調信号B
フレーム構成



変調信号C
フレーム構成



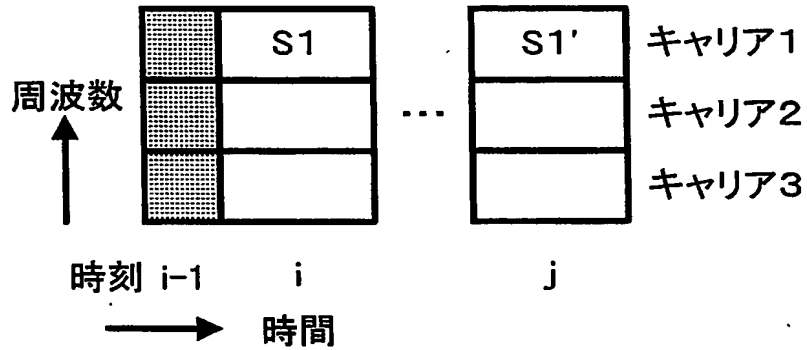
■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

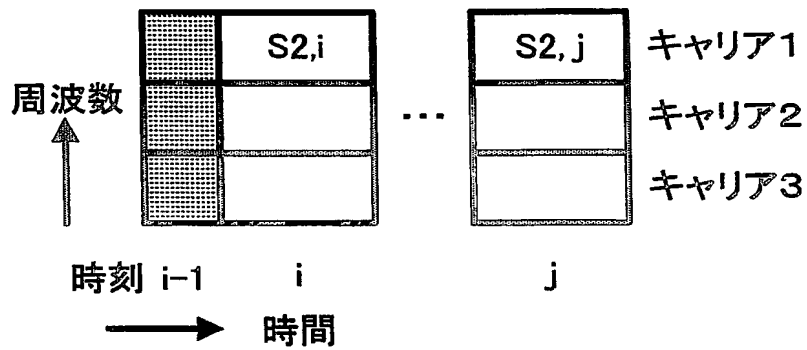
【図 40】

基地局送信信号
フレーム構成

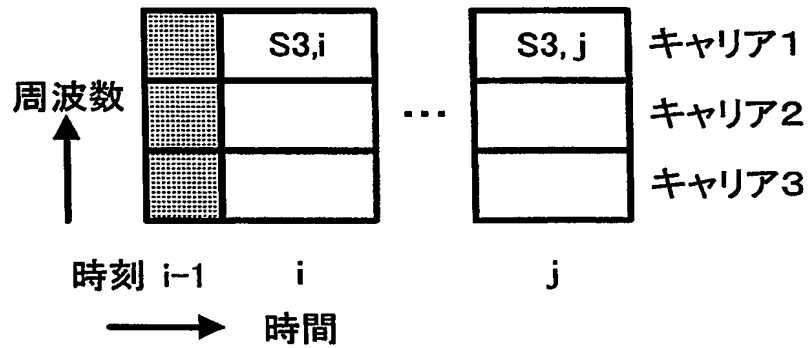
変調信号A
フレーム構成



変調信号B
フレーム構成



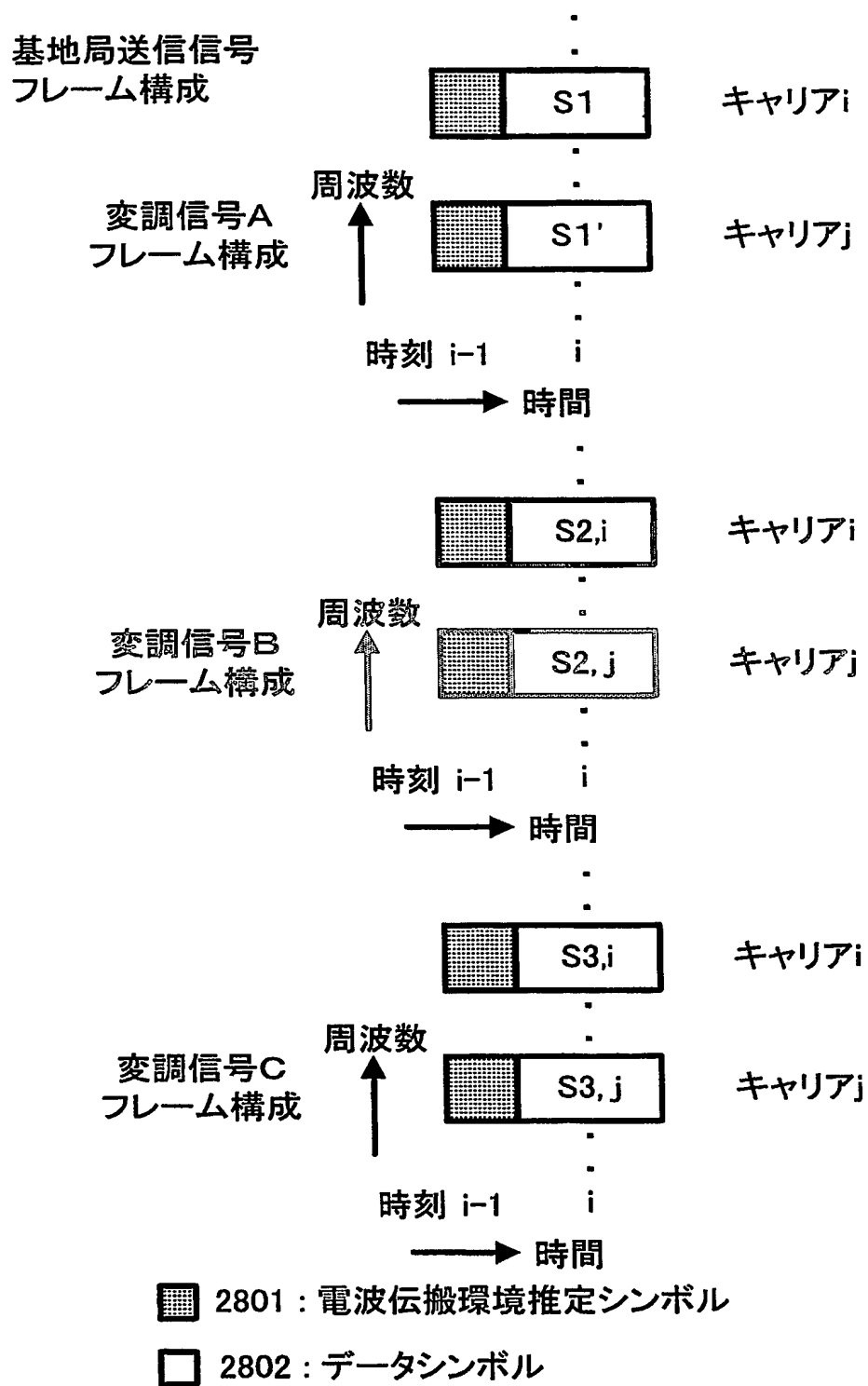
変調信号C
フレーム構成



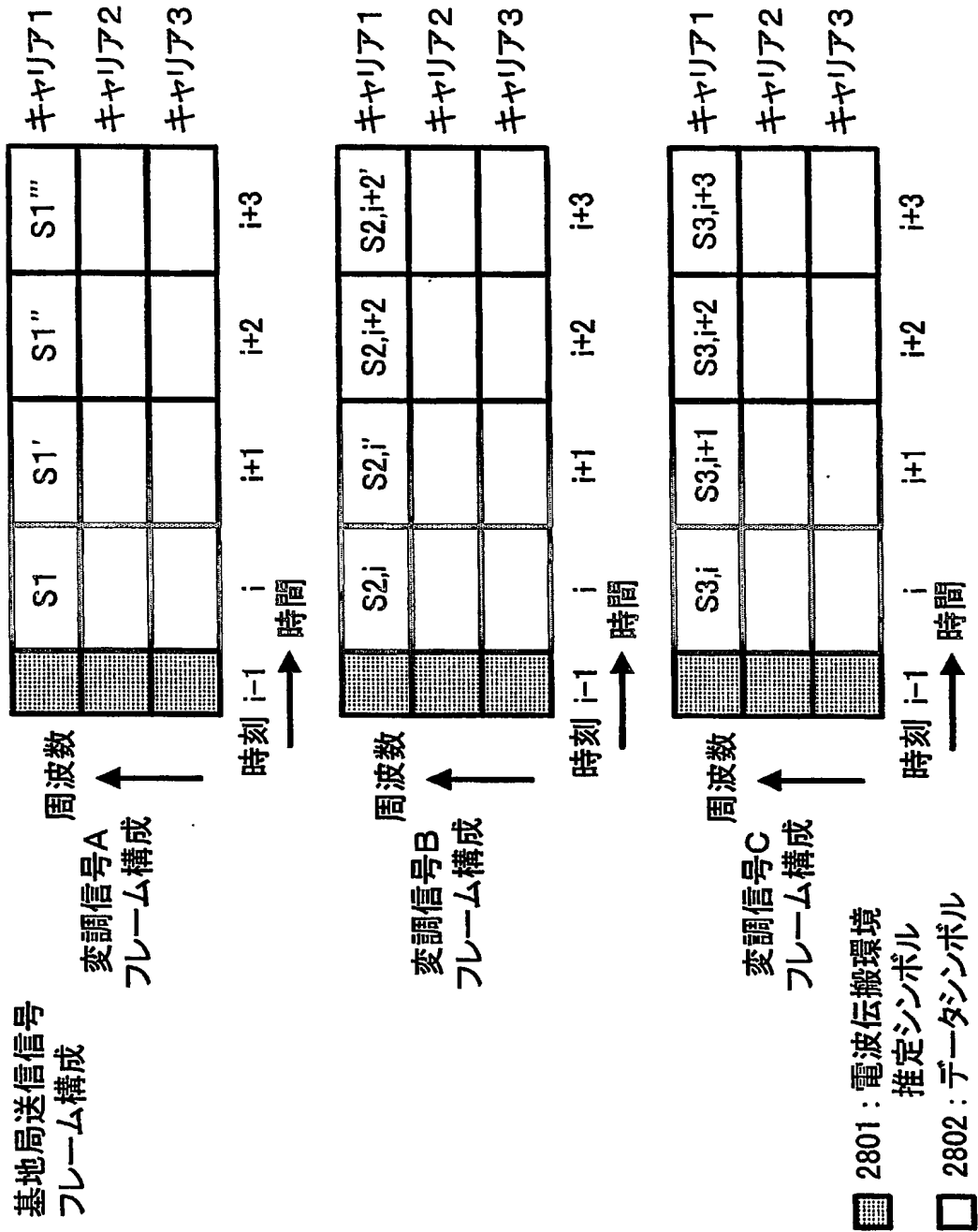
■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

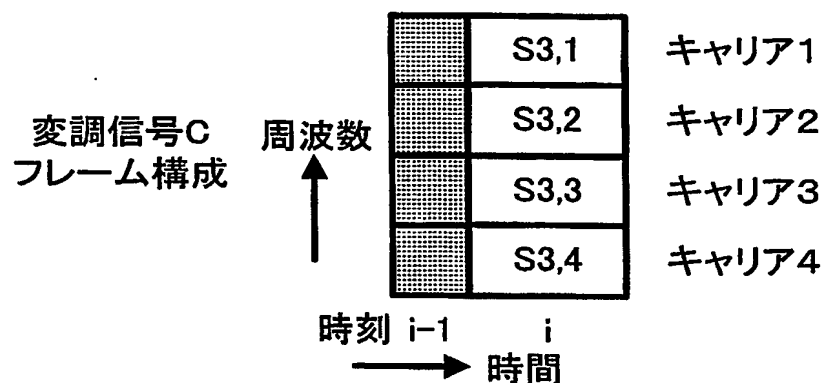
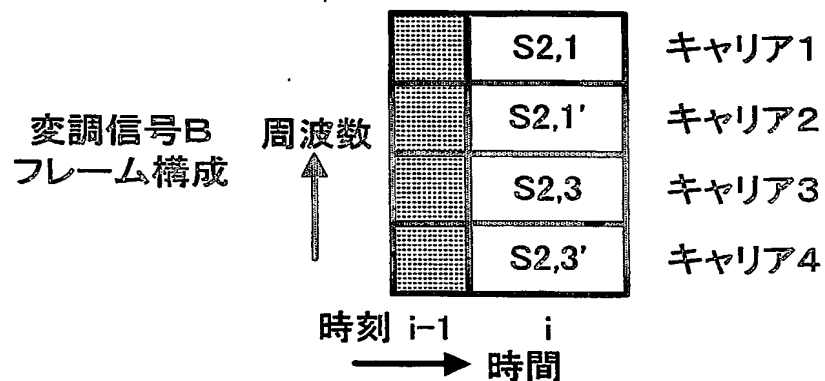
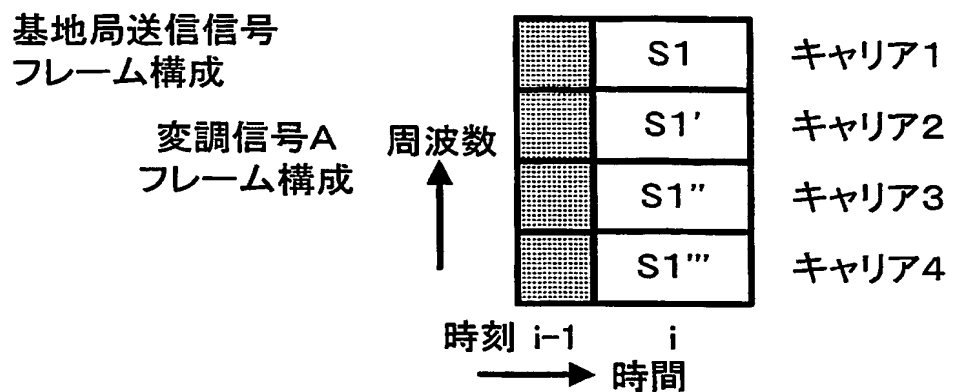
【図 4 1】



【図 4 2】



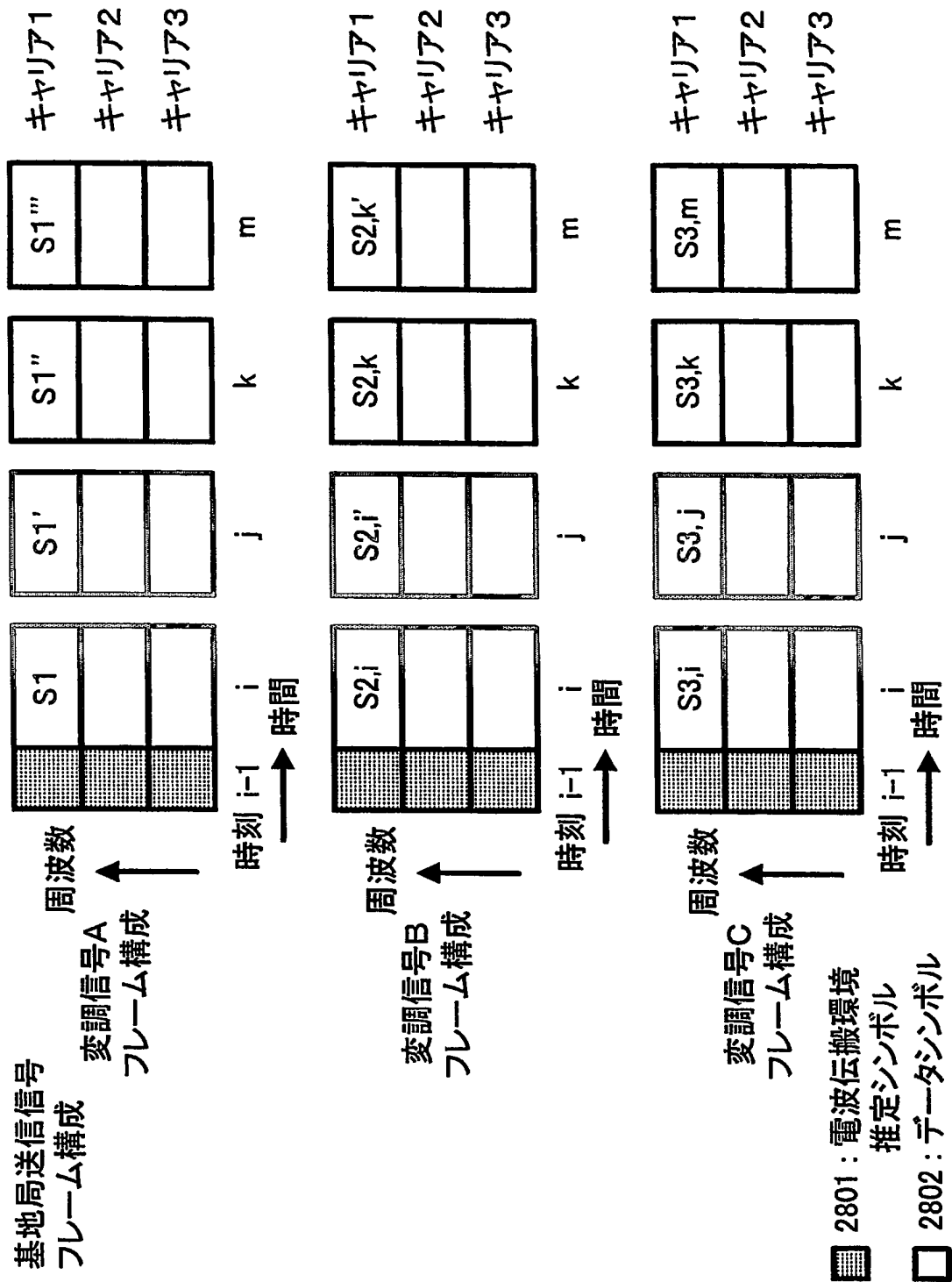
【図 4 3】



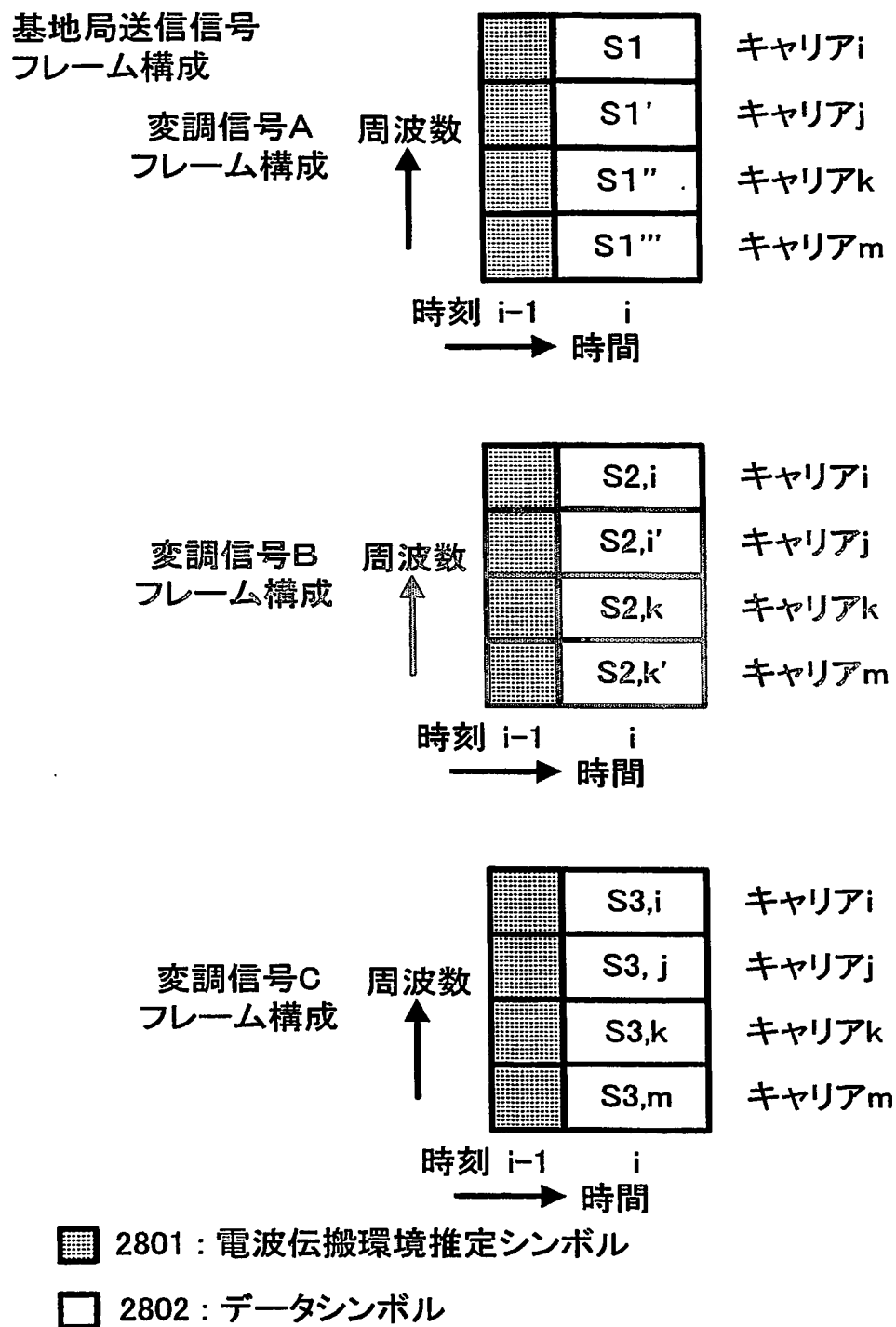
■ 2801 : 電波伝搬環境推定シンボル

□ 2802 : データシンボル

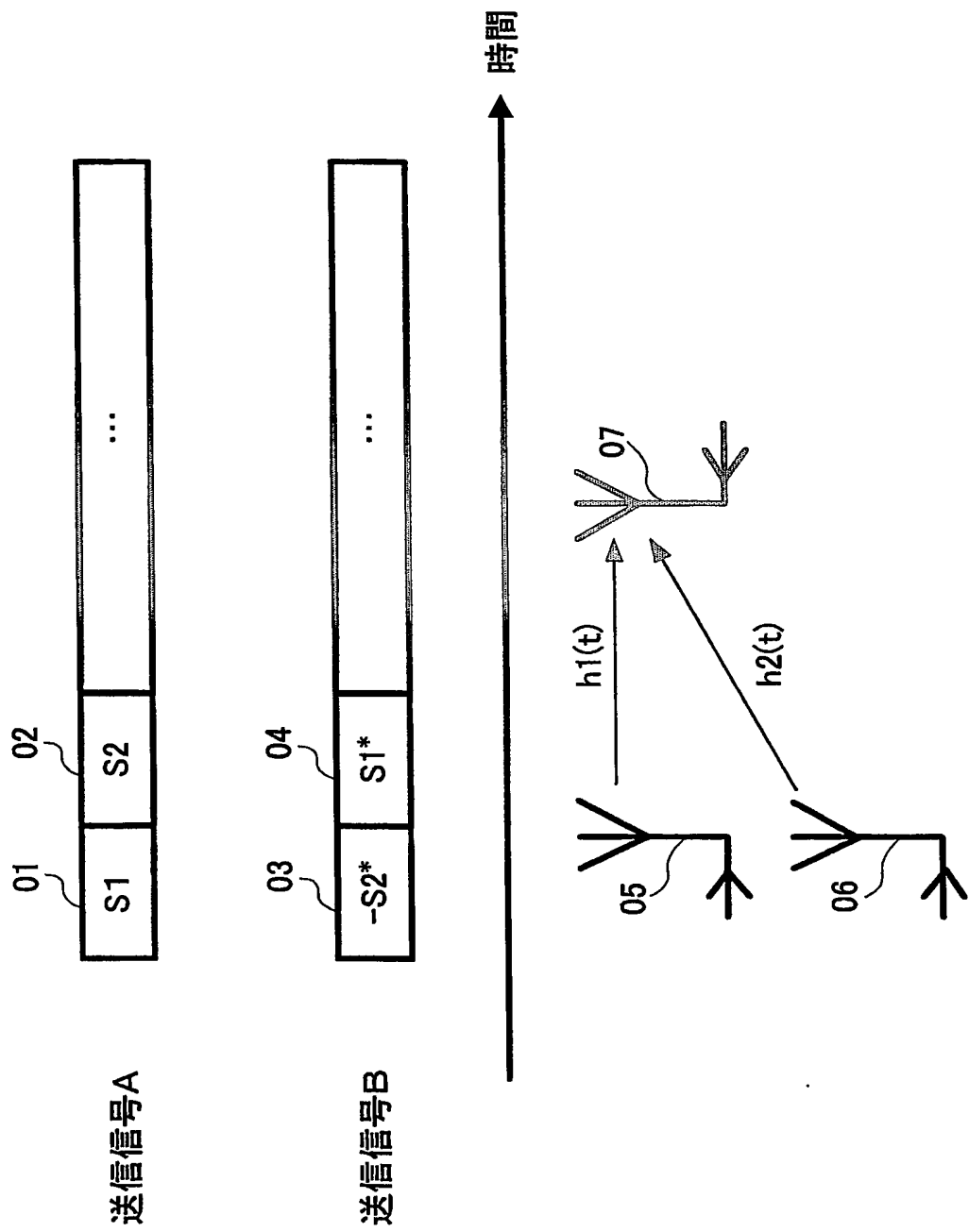
【図 44】



【図 45】



【図 4 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 受信品質およびデータ伝送速度の両方を向上すること。

【解決手段】 101、104は電波伝搬環境推定シンボルであり、受信装置において電波伝搬環境を推定するためのシンボルである。102、103、105、106はデータシンボルであり、102からS1の情報を、103は102で送信した情報S1と同じ情報であるが、信号点配置の異なる方法の情報S1'を送信する。107、108は送信アンテナ、109、110は受信アンテナを示しており、送信アンテナ107では変調信号Aの信号が送信される。また、送信アンテナ108では変調信号Bの信号が送信される。受信アンテナ109、110では、それぞれ、変調信号Aと変調信号Bの合成信号が受信される。

【選択図】 図1

特願 2003-190683

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社